

12  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PROPUESTA DE HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN PARA  
PROYECTOS INDUSTRIALES DE INSTALACIÓN.

TRABAJO ESCRITO

VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

CARLOS HERNÁN RAMÍREZ GÓMEZ



México, D. F.

1999

EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUÍMICA

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

279261



Universidad Nacional  
Autónoma de México

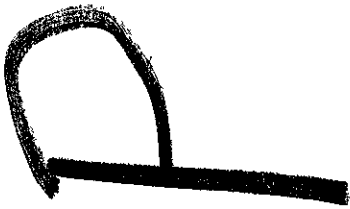
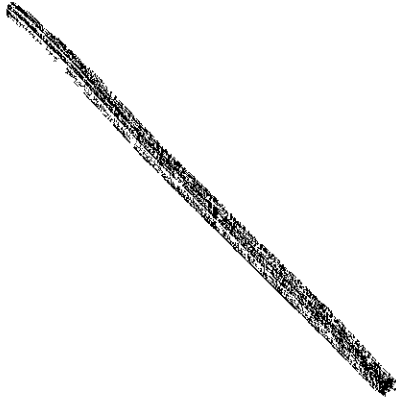
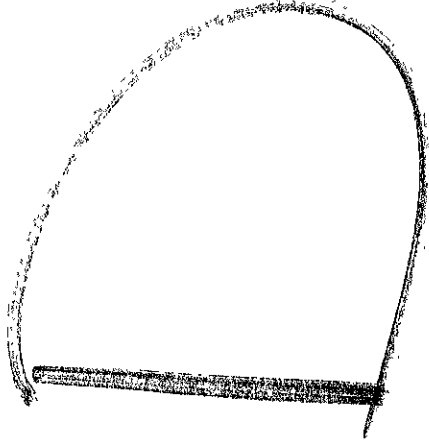


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE**      Prof. JULIO RICARDO LANDGRAVE ROMERO

**VOCAL**            Prof. JOSÉ ANTONIO ORTÍZ RAMÍREZ

**SECRETARIO**    Prof. ANTONIO TORRES TELLO DE MENESES

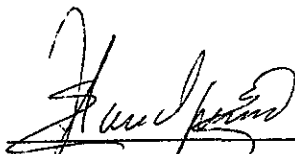
**1er. SUPLENTE**   Prof. FERNANDO DE JESÚS RODRÍGUEZ RIVERA

**2do. SUPLENTE**   Prof. JOSÉ ALEJANDRO RAFAEL VEGA SÁNCHEZ

MÉXICO, D.F.

a 18 de Agosto 1998.

FECHA:



JULIO RICARDO LANDGRAVE ROMERO  
ASESOR



CARLOS HERNÁN RAMÍREZ GÓMEZ  
SUSTENTANTE

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
I. EL PROYECTO .....	6
II. PLANTEAMIENTO Y ESTRATEGIA DE UN PROYECTO .....	12
III. PROGRAMACIÓN DE PROYECTO .....	34
IV. MEDICIÓN Y CONTROL DE PROYECTO .....	49
V. PRUEBAS DE SISTEMAS Y ARRANQUE .....	72
ANEXOS	
I. PROGRAMA DE TRABAJOS EN PARO DE PLANTA .....	79
II. HOJAS DE VERIFICACIÓN (propuesta) .....	90
III. TRADUCCIÓN API 700 .....	106
Listas de verificación para el cumplimiento de instalaciones	
BIBLIOGRAFÍA .....	115

## INTRODUCCIÓN

Las herramientas propuestas en el presente, pretenden auxiliar a la mejor toma de decisiones en el transcurso de un Proyecto Industrial de Instalación, entendiéndolo, como el esfuerzo común entre varios grupos y personas; con un fin bien definido, en nuestro caso una instalación industrial nueva o modificación a una ya existente, enfocados a la iniciativa privada. Los proyectos por sí, son únicos y la planeación pretende crear una referencia, bajo ciertas bases específicas que permitan anticipar acciones, incluso correctivas; evitando al máximo imprevistos. Ya que un proyecto industrial esta delimitado en tiempo y costo. Por esto, es por lo que se dice, que el Planeador es en cierta forma, la vista del Administrador de proyecto, algo así como el vigía de un barco que avisa al capitán del panorama en el trayecto y los riesgos.

Los requerimientos en cada etapa de proyecto son diferentes; la buena calidad, así como la oportunidad, resultan imprescindibles. De nada sirve una buena planeación si todo ya ocurrió o esta tan cercano a los hechos que no da tiempo de tomar acciones. Por ejemplo, en la etapa de revisión de la definición y alcance del proyecto; la planeación toma la forma de planteamiento y difusión de estrategia; además de generar una referencia base. En las etapas de ingeniería y procuración, toma la forma en base a un programa detallado y a la referencia base; de control de eventos, como entregas de: planos, documentos, dibujos, equipos, materiales, instrumentos, etc. A partir de este momento se tiene la información suficiente, para hacer el planteamiento formal de la planeación en construcción y en particular su programa, con su respectiva curva de recursos y horas-hombre, con análisis específicos, como lo son: interconexiones, paros, arranque y pruebas de sistemas. Con esto de manera similar al estimado de costo, al inicio dependiendo de la información tiene un grado orden de magnitud, pero a la medida que se dispone de mayor información va adquiriendo más exactitud.

De esta manera podemos tener desde proyectos pequeños hasta complejos como los nombrados grass roots, que van desde la infraestructura básica de la instalación hasta la entrega de instalaciones. En la gran mayoría de proyectos se cuenta con un equipo multidisciplinario, como lo son: investigación, finanzas, mercadotecnia, ecología, jurídico; y particularmente especialistas en: procesos, civil, mecánico, tuberías, eléctrico, instrumentación, seguridad, así como el personal administrativo; desde la Gerencia hasta el mensajero, pasando por Ingeniero de Proyecto, Planeador, Estimador de Costos, Sistemas, Control de Costo, Compradores, Inspectores, Expeditadores, Secretarías, etc. De manera tal que la comunicación para todos los niveles, así como en las mismas disciplinas, es uno de los puntos base para tener éxito en un proyecto, y la planeación es una de las herramientas más importantes para este fin.

En un proyecto de instalaciones el tener bien claro el concepto de "El cliente" resulta un punto de cuidado, ya que los enfoques y objetivos del trabajo deben de orientarse a sus requerimientos; al principio al igual que uno, no tiene tan claro el detalle de lo que quiere, solo tiene la meta global; por lo que es importante desde un principio su participación activa, en la determinación del alcance, con esto: la definición, estrategias, prioridades, riesgos, políticas, etc. De esta manera el producto que le entregaremos será más apegado a lo que él espera.

Un proyecto sin planeación puede darse de manera aceptable; con suerte, un experimentado Administrador de proyecto, al tener de: tropiezos, sorpresas, desilusiones, trabajo desmedido, accidentes, mala calidad de ingeniería, falta de calidad en la instalación, retrabajos, búsqueda de justificaciones y culpables, etc. Además de que el riesgo a fracasar en el plan de acuerdo a: tiempo, costo estimado, calidad y seguridad, es tan alto que nos puede llevar a no cumplir, incluso en las expectativas del cliente a nivel mercado; o caer en problemas con legislaciones y políticas gubernamentales; en el caso de proyectos ecológicos. ¿Te arriesgarías a llevar un proyecto sin planeación?

## I. EL PROYECTO

En el presente capítulo, como inicio de esta propuesta, se plantearán las principales definiciones que tomaremos como base, para el entendimiento de las herramientas propuestas en un proyecto. Una pregunta común, que nos hace pensar en lo que significa e implica, ¿Qué es un proyecto?. Ya en empresas químicas y petroquímicas, definir los tipos de proyectos de instalación que manejaremos y el ciclo de vida de un proyecto. Y plantear otras preguntas como ¿Quiénes hacen y participan en un proyecto?, ¿Quién o quiénes son nuestros clientes?.

### ¿QUE ES UN PROYECTO?

Un proyecto de manera resumida y general se ha entendido por una meta u objetivo definido, para el caso común: el comprar un carro, el titularse dentro de lo que implica realizar una tesis, construir una casa, etc. Aunque para las organizaciones el concepto toma un enfoque muy particular, de esta manera, las ideas y propuestas para proyectos pueden derivarse de los planes de la organización. Por ejemplo, proyecto estratégico donde se plantean. asociaciones con otras compañías, impulsar la participación de un producto en el mercado por medio de plantas nuevas u optimizando plantas existentes, sustitución de importaciones vía construcción de una planta nueva, supervivencia buscando optimizar las mismas instalaciones con el mínimo de inversión, desarrollos de sistemas, etc.

Con esto un proyecto se ve como **"la acción orientada hacia el objetivo requerida para poder realizar una idea, una propuesta, un paso evolutivo, o algo parecido"**

El proyecto funciona sobre uno o varios objetos. Cada uno de estos objetos es:

- Un sistema (consistente de componentes, cada uno con sus características específicas y relaciones en los mismos).
- Un proceso (es decir un conjunto de actividades, etapas o pasos interdependientes; cada uno con criterios de decisión correspondientes).

Así un proyecto toma la forma de un proceso o parte de un proceso dinámico (entendiendo esto como pasos) para la búsqueda de una meta delimitada en costo y tiempo; que relaciona y/o modifica; un sistema y sus componentes.



Los proyectos de instalaciones para las mismas organizaciones , pueden ser base o parte de proyectos estratégicos y tienen por objeto particular la construcción y/o modificación de instalaciones existentes, para nuestro interés plantas de proceso químicas y/o petroquímicas.

## TIPOS DE PROYECTO DE INSTALACIÓN

Existen varias clasificaciones, pero para nuestro caso se detectan dos tipos de proyecto de instalación:

- **Proyectos Productivos** .- Aquellos que como organización se orientan y justifican en base a un beneficio económico. Planta nuevas, aumento de capacidad vía optimizaciones de instalaciones existentes, ampliaciones de instalaciones, etc.
- **Proyectos No Productivos** .- Aquellos que son necesarios y/o deseables; pero no representan un beneficio directo económico. Desarrollos tecnológicos, requerimientos ecológicos (sistemas anticontaminantes), relocalización de instalaciones, etc.

En ocasiones se pueden presentar como grupos de proyectos de diversos tipos y disciplinas, en este caso:

- **Proyectos Independientes** .- Aquellos que no dependen de la realización de otro para su conclusión y ofrecer un resultado.
- **Proyectos Dependientes** .- Aquellos que dependen directa o indirectamente; del avance y/o conclusión de otros; para que en conjunto o de manera independiente; ofrezcan un resultado. Pueden darse de manera secuencial o paralela. Por ejemplo, en ocasiones los proyectos estratégicos pueden plantearse de manera ligada: proyectos de desarrollo tecnológico, proyectos operativos, proyectos de instalaciones y proyectos mercadotécnicos. Para otros casos se pueden presentar relaciones entre proyectos de instalaciones, por ejemplo, una planta que se esta ampliando en capacidad y que se relaciona con proyectos de desarrollo; tecnológico y ecológico; como un sistema anticontaminante.

Esta clasificación no muestra casos, como aquel en que la construcción de dicha instalación sea en una planta ya existente, provocando interferencias por las operaciones normales de la planta y el proyecto mismo.

## CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Las etapas más comunes para el desarrollo de un proyecto, van relacionadas y tienen un fin específico dentro de la meta final:

- **CONCEPTUALIZACIÓN.**- Establecimiento de la misión, objetivos generales y prioridades; identificación de proyectos relacionados, evaluación preliminar técnico-económica, planteamiento de estrategia, plan de organización, estimado de costos orden de magnitud y programa preliminar.
- **DEFINICIÓN DE PROYECTO.**- Elaboración de documento de definición de proyecto, manual de proceso, plan de funcionamiento, manual de ingeniería básica, estimado de costos con grado de precisión, programa de proyecto, evaluación técnico-económica, alcance (WBS), catálogo de cuentas y análisis sensibilidad.
- **FINANCIAMIENTO.**- Solicitud de inversión y plan de administración de la inversión.
- **EJECUCIÓN.**- Ingeniería de detalle (*desarrollada normalmente por recursos externos vía una firma de ingeniería, supervisados vía personal especialista empresa*), compras, construcción (*normalmente llevada a cabo por contratistas externos, supervisados por especialistas empresa*), protocolo de pruebas y pruebas en vacío. Aplica siempre y cuando el proyecto no sea llave en mano.
- **DEMOSTRACIÓN.**- Arranque de instalaciones y Demostración instalaciones.
- **RETIRO.**- Entrega de instalaciones y entrega del proyecto; incluyendo cierre económico final.

## EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS

En los diversos proyectos normalmente se presentan para su desarrollo, grupos de trabajo multidisciplinarios con un fin particular dentro del fin común, en la mayoría de los casos la participación entre ellos es muy estrecha, por esto la comunicación y la buena relación entre ellos; resulta uno de los mecanismos principales para el éxito, a continuación presenta algunos:

- **INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.**- Desarrolla nuevas tecnologías y/o optimiza las existentes para los productos existentes y nuevos.
- **ÁREA DE MERCADOTECNIA.**- En sus estudios de mercado, detecta su posición y las tendencias; y con esto la oportunidad de introducir un nuevo producto o mayor cantidad de uno existente (mayor participación en mercado). Posteriormente su promoción para las ventas.
- **ÁREA DE ECOLOGÍA.**- Detecta y promueve, modificaciones a instalaciones existentes y/o instalaciones nuevas; en materia de disminución de contaminantes, con el objeto de cumplir con los parámetros regidos en las normas gubernamentales, para las distintas zonas.
- **LÍDER DE PROYECTO.**- Plantea la estrategia de proyecto, dirige los esfuerzos de los distintos grupos al objetivo, administra los recursos económicos y asegura la calidad de las instalaciones.
- **PLANEACIÓN, INGENIERÍA DE COSTO Y EL CONTROL** - Difunden la estrategia de proyecto, generan una base de referencia en tiempo y costo del proyecto que permitan su justificación vía económica y un medio de medición para el análisis del estado en momentos específicos, reportan al líder de proyecto las desviaciones y los cambios en el desarrollo del mismo; para la buena y oportuna toma de decisiones.
- **ÁREA DE FINANZAS.**- Situación financiera actual en la empresa y Plan de financiamiento de proyecto.
- **ESPECIALISTAS.**- **Proceso, Mecánico, Tuberías, Civil, Eléctrico e Instrumentación;** Encargados de la supervisión y/o desarrollo de ingeniería de detalle del proyecto: diagramas de flujo, diagramas de tuberías e instrumentación, especificaciones de equipo, especificaciones de instrumentos, arreglos de equipo, planos de drenajes, planos arquitectónicos, planos civiles, planos estructurales, planos de tuberías, isométricos, diagramas unifilares, planos de tierras y pararrayos, planos de fuerza, planos de alumbrado y contactos, cédula de cable y conduit, planos de localización de instrumentos, planos de rutas eléctricas para instrumentos, planos de rutas neumáticas para instrumentos, típicos de instalación, lazos de control, listas de materiales, volúmenes de obra y demás documentos en detalle; para su compra, instalación y construcción.

- **COMPRAS.**- Realiza las compras, expeditación e inspección; de equipos, instrumentos, materiales eléctricos, materiales mecánicos y otros para la construcción del proyecto. Solicita cotizaciones e información referencia para estimados preliminares, solicitudes de cotización, elaboración de concursos, elabora órdenes de compra, expedita, inspecciona equipos y materiales, y verifica su llegada a almacén. Así como información certificada y final, para la buena operación y mantenimiento de los *mismos*.
- **SISTEMAS.**- Aseguramiento del buen funcionamiento de los sistemas y equipos; tanto software como hardware, para el desarrollo del proyecto.
- **ÁREAS DE APOYO: JURÍDICO, CONTABILIDAD, ETC.** Auditan y verifican en el desarrollo del proyecto, que se cumple con las políticas y normas; tanto de empresa, como gubernamentales.
- **ADMÓN. CONSTRUCCIÓN.**- Administra las distintas compañías contratistas y coordina los trabajos y sus prioridades; dentro de una estricta seguridad, tanto para las personas, como para las instalaciones. Controlan tanto la llegada de equipos, *materiales e información* de ingeniería de detalle. Realiza el plan de pruebas y participación en el arranque de las instalaciones, hasta la demostración.
- **ÁREA DE OPERACIÓN.**- Encargados de la producción, logística de materias primas y productos; así como la capacitación de personal. Realizan el plan de arranque de instalaciones y verifican en la demostración el cumplimiento de los requerimientos.
- **ÁREA DE VENTAS.**- Principal contacto con los mercados, encargados de impulsar las ventas de producto, a los niveles planeados que justificaron el proyecto.

Para cada una de las etapas del proyecto los requerimientos y la participación de los distintos grupos se van modificando, de ser protagonistas a ser observadores activos.

Gran parte del desarrollo de un proyecto, es debido a recursos externos; vía firma de ingeniería, compañías contratistas y proveedores; e incluso supervisores y asesores; los cuales dentro de sus marcos y formas; de estructura y administración, tienen que ajustar dinámicamente los esfuerzos al esfuerzo mismo del proyecto. Por lo que para el líder y los administradores del mismo; resulta de vital importancia el buen manejo de los recursos, información, así como el vigilar su buen uso. Con esto se muestra la gran importancia de la comunicación entre todos estos grupos, pues de ello depende el logro del resultado.

## EL CLIENTE

Por el concepto se entendería que el cliente es la persona o grupo personas que van a pagar por el proyecto, con sus instalaciones, equipos, gastos, etc. Pero lo que menos pensamos es que tenemos a personas, con las cuales nos interrelacionamos (líder de proyecto, jefes, etc.), que alinean sus requerimientos y esfuerzos en forma directa a los requerimientos de objeto principal del proyecto. Con esto se observa, que es de vital importancia el detectar a nuestro cliente principal y a nuestros clientes directos; ya que es con ellos con quien nos vamos a interrelacionar, a los que vamos a apoyar para el desarrollo del proyecto; y que permitirá que el trabajo realizado sea en impacto. Con esto se detectan tres tipos de clientes:

- **CLIENTE REAL.-** Persona o grupo de personas, que van a ser beneficiadas directamente con el éxito del proyecto. Para ellos en el caso de empresas, el éxito del proyecto se reflejará como aumento de inversión y utilidades; directamente relacionado en moneda. pesos, US dólar, etc. Con ellos solamente en el caso de empresas pequeñas se puede tener algún tipo de relación, relativamente directa; en el caso de empresa grandes, lo representa el presidente del consejo o director general; el cual es el encargado de dirigir la empresa y su rumbo; buscando con ello, el aumento en las ganancias de los accionistas.
- **CLIENTES PRINCIPALES.-** Persona o grupo de personas de la empresa, los cuales definen el requerimiento específico, además detallan y validan las bases; a un fin perfectamente definido. Directamente vigilan que el desarrollo del proyecto este ocurriendo dentro del marco económico, de tiempo y calidad; tomando decisiones estratégicas, con una orientación clara para el fin. Él o Ellos marcan las directrices para los distintos grupos.
- **CLIENTES DIRECTOS.-** Principalmente representado por el líder de proyecto, el cual es el encargado de la gestión del proyecto; transmitir los acuerdos, objetivos, bases y premisas; así como orientar los resultados específicos de los grupos operativos de trabajo, al fin específico. Y en detalle los clientes específicos de acuerdo a la estructura organizacional, para indicar y asegurar, que los requerimientos y los esfuerzos; llegan a los niveles más bajos: secretarías, mensajeros, etc. Asegurando el rumbo adecuado.

## II. PLANTEAMIENTO Y ESTRATEGIA DE UN PROYECTO

En esta sección se plantearán los documentos y herramientas administrativas; que nos auxiliarán en el planteamiento y estrategia del proyecto. El documento de alcance, como inicio formal de un proyecto, basado entre otras cosas en: el alcance, bases, premisas, riesgos y justificación del mismo. La matriz de definición como resumen estratégico y de justificación del mismo. El estimado de costos, los programas maestro y de erogaciones; como base de medición del estado del proyecto y medio para buscar un plan de financiamiento. El WBS, catálogo de cuentas, organigrama y tabla de responsabilidades; como documentos de auxilio administrativo en el manejo de recursos: \$ y gentes.

### ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El primer paso para desarrollar una planeación es realizar, complementar o revisar; el planteamiento del proyecto; así como tener definida la estrategia que se va a aplicar para el cumplimiento de compromisos. Normalmente para esto, se realiza entre la persona o grupo encargado de la definición, el cliente principal (quien lo validará) y el líder de proyecto; con el apoyo del planeador de proyecto; esto con un fin bien definido, concentrar y comunicar las reglas del juego aplicables al proyecto; determinando con esto un camino a seguir.

Anteriormente a esto, dos grupos: Uno vía **planeación estratégica**, grupo encargado de observar el futuro del negocio, vía posición de producto y mercado; como análisis de tendencias; determinación de ventajas, desventajas, riesgos y oportunidades; del entorno interno y externo de la empresa, así como **finanzas**, que por medio de tres decisiones:

**Decisión de inversión.**- Permiten determinar el número total de activos, de la empresa (incluyendo inversiones y venta de activos), su composición y, como resultado, el riesgo comercial de la empresa.

**Decisiones de financiamiento.**- Definen la mezcla pasivo/capital adecuada para financiar a la empresa, manejando de esta forma el riesgo financiero de la compañía.

**Decisiones de dividendos.**- Establecen el porcentaje de las utilidades a pagar a los mismos accionistas, la forma de pago y la tendencia del mismo. Determinan la manera de distribuir el rendimiento generado por las empresas.

Realizaron una **Evaluación del Proyecto**, incluyendo los aspectos comerciales, operativos, tecnológicos, ecológicos, organizacionales, económicos y financieros; entre otros y la **Evaluación Económico-Financiera**, la cual integra en términos numéricos, los diferentes elementos del proyecto, con un análisis del impacto en las diferentes variables del negocio, para que en forma confiable y oportuna el decisor, pueda responder preguntas tales como: ¿Cuál es la viabilidad económico-financiera del proyecto?, ¿Cuál es la mejor alternativa de inversión entre los proyectos que se han identificado?, ¿En qué proyectos debo invertir si tengo una cantidad limitada de dinero?, ¿Impacto en las alternativa por factores inflacionarios?.

**Formas de Evaluación:** **Análisis Incremental** es el que define la rentabilidad del proyecto para la empresa y se lleva a cabo considerando tan solo los costos y beneficios que genera el proyecto (no toma en cuenta los costos y gastos indirectos; ni el costo por el uso de capacidades ociosas); **Análisis de línea total** permite conocer la situación del negocio total y el impacto del proyecto sobre el mismo; se recomienda en proyectos de gran envergadura o en el caso de líneas con resultados muy pobres y por último; el **Análisis a Costo Integrado** determina la rentabilidad del proyecto si se llevara a cabo desde cero, es decir, sin considerar las diversas sinergias que pudieran lograrse.

## CRITERIOS ECONÓMICOS DE EVALUACIÓN

**Tasa de Rendimiento Promedio.-** Se obtiene dividiendo la utilidad neta entre inversión requerida.

**Período de Recuperación de la Inversión.-** Obtenida restando a la inversión los flujos de efectivo de cada año hasta igualarlo a cero, mejor conocida como "payback".

**Valor Presente Neto.-** Se determina mediante la suma algebraica de los flujos de efectivo del proyecto, descontados a su valor actual con una tasa de descuento definida anteriormente. Si la suma es igual o mayor a cero se puede aceptar el proyecto.

**Índice de Rentabilidad.-** También llamado índice de costo/beneficio, se obtiene dividiendo el promedio de los flujos de efectivo descontados que genera el proyecto entre la inversión inicial, o sea, la resultante indica el rendimiento anual promedio en efectivo sobre la inversión realizada.

**Tasa Interna de Rendimiento.-** Tasa de descuento que permite igualar el valor actual de los flujos de salida de efectivo del proyecto, con el valor actual de los flujos de entrada. Es la tasa a la cual el valor presente neto es igual a cero. Si la tasa interna de rendimiento (TIR) es mayor a la tasa de rendimiento mínimo establecida, se puede aceptar el proyecto.

## **OTROS CRITERIOS EN LA EVALUACIÓN**

**Desarrollos tecnológicos.-** Que por no tener parámetros de comportamiento en mercados, por ser posiblemente un producto nuevo, no permite un análisis económico, pero puede ofrecer un atractivo futuro. Incluso para productos ya en los mercados, el hecho de plantear nuevas tecnologías más eficientes, con materias primas más económicas o sustitutas (a importaciones), nos permite tener todos los elementos para garantizar su implantación industrial, sin caer en un nuevo proceso de pruebas y con esto un riesgo.

**Políticas Gubernamentales.-** En los cuales por requerimientos principalmente sociales, llevan al Gobierno a incrementar el cuidado en sus parámetros de control, en materia de seguridad y contaminación ambiental (ecología); minimizando con esto los riesgos a la comunidad; esto ha orillado a las empresas a realizar, para su supervivencia, proyectos para reducir contaminación ambiental y ofrecer más seguridad; e incluso buscar nuevos lugares donde reinstalar sus plantas, que les permitan desarrollarse sin tantos problemas. Por ejemplo, para instalar plantas de proceso en la Ciudad de México, hace unos treinta años, existían muchas facilidades y pocos requerimientos; por que la necesidad se abocaba a aumentar las fuentes de empleo; actualmente la población en la ciudad ha aumentado en forma desmedida, propiciando que las áreas industriales se vieran invadidas por pobladores, esto llevó al Gobierno, a no solo ofrecerles trabajo, sino también seguridad. Este tipo de proyectos, su justificación no es principalmente económica, sino que es un requerimiento para poder seguir operando. De este tipo tenemos: plantas de tratamiento de aguas, silenciadores, sistemas de control de emisiones y polvos, diques de contención, sistemas vs. incendio, sistemas de alarmas, etc.

**Necesidad de relocalización.-** Por problemas ecológicos, saturación de capacidad para el área disponible, problemas de logística de materias primas y productos (normalmente en estos casos, si debe existir un beneficio económico); pero, que sucede si nuestro proveedor cierra sus operaciones, la materia prima ya no se produce o existen nuevas disposiciones oficiales.

**Para caso de remodelaciones, ampliaciones o edificios nuevos de laboratorios; enfermería, comedor, almacenes, talleres y oficinas; sustituir equipos por desgaste, en casos actualización de sistemas de control , etc.** Su justificación es un requerimiento, no con propósitos directos de beneficio económico; para estos casos la necesidad surge por el desgaste de las instalaciones y búsqueda de un ambiente de



trabajo mejor. Plantas con capacidades pequeñas que han ido creciendo, en que sus oficinas; laboratorio y otros edificios; han continuado con un mismo tamaño y se encuentran sobresaturadas; con mala imagen incluso a los clientes. Casos en los que bombas, agitadores y equipos principalmente dinámicos; han tenido un desgaste a lo largo de los años y requieren cambiarse.

De esta manera se validó, su factibilidad y se decidió seguir adelante, paso siguiente se definieron las primeras bases y premisas para la realización del proyecto; principalmente bajo las premisas de costo y tiempo; así como su peso relativo respecto al otro. El valor relativo del tiempo con respecto al costo para un proyecto, determina una ruta de planeación, por ejemplo, si un proyecto se quiere hacer en el mínimo de tiempo, por estrategia probablemente de mercado; se requerirán equipos, materiales, instrumentos e incluso recursos; de manera fuera a lo normal con un costo superior; y esto sin contar que al traslapar las actividades principales, nos lleva a riesgos de cambios por falta de información y con esto a retrabajos. Si imaginamos que se tiene un requerimiento de un cliente de iniciar operación de una planta nueva en 10 meses, y parte de los equipos críticos son de importación con un tiempo de entrega de 8 meses, nos lleva a tomar medidas estratégicas de especificar el equipo casi al parejo del inicio de la ingeniería.

## **DOCUMENTO DE DEFINICIÓN Y ALCANCE**

A partir de este momento se realizará el planteamiento formal del proyecto, plasmado por medio del documento de definición y alcance de proyecto. Este documento en las distintas empresas tiene una denominación distinta, pero en general tiene el mismo fin, concentrar en un papel los aspectos bajo los cuales ocurre el proyecto, que se espera de él, bajo que bases y premisas se realizará.

Al principio por no tener toda la información disponible, será muy escueto, pero a medida que se avance en su desarrollo, resultará imprescindible plasmar la información, para que el desarrollo del proyecto, se realice bajo lo que se espera. En él se concentran: la descripción resumida del proyecto, sus objetivos, beneficios, bases de proyecto, premisas, riesgos, estrategias e interferencias.

## **RESUMEN DEL PROYECTO.**

**Título:** Nombre que identifica el proyecto.

**Objetivo:** Lo que se conseguirá con el proyecto, vía instalación (capacidad de operación).

**Justificación:** Resumen de los aspectos que llevaron a soportar su aprobación.

## **BASES DE PROYECTO.**

**Tipo de proyecto:** **PRODUCTIVO** (Aquel que en su justificación principal tiene beneficios económicos), o **NO PRODUCTIVO** (Aquel que se soporta por requerimientos ecológicos, legislativos, seguridad, ecología, tecnológicos o investigación).

**Marco:** Muestra el parámetro de referencia, puede ser: tiempo, costo, calidad, alcance, recursos, ejecución, etc. E indica cual es el parámetro de más cuidado con respecto a los demás, principalmente se compara el tiempo contra el costo.

**Capacidad:** Que capacidad nominal tendrá la instalación o en el caso de optimizaciones a cuanto voy a incrementar la capacidad de una planta.

**Localización:** Lugar e instalación (en caso de tener de ya ser existente) en el que se llevará a cabo el proyecto.

**Estimado de costo** indicando el grado de exactitud.

**Programa preliminar maestro**, a nivel listado de actividades principales y fechas; o representado en un gantt gráficamente, actividades y barras mostrando las duraciones. Este planteamiento se realiza de acuerdo a las primeras revisiones, tomando las consideraciones más críticas.

**Productos y subproductos** con el proyecto y **materias primas** requeridas.

**Resumen de proceso.** en caso de ser modificación de proceso, descripción de la parte que se afectará.

**Requerimientos de servicios del proyecto.** Pueden ser energía eléctrica, agua de planta, aire de planta, aire de instrumentos, vapor, agua de enfriamiento, agua tratada, aceite térmico, etc. De manera total; con torres de enfriamiento, calderas con deareador y periféricos, compresores, calentadores, bombas y similares; o de manera parcial para proyectos de ampliaciones subestaciones, centros de control de motores, deareador de mayor capacidad, celdas de torre de enfriamiento, bombas de suministro, tanques de almacenamiento, sistema de control más avanzado, etc.

**Ahorro de energéticos, contaminación, seguridad.** Situación de beneficio para las instalaciones con el proyecto: en los aspectos de ahorro de energía, con motores de alta eficiencia y alumbrado ahorrador de energía; provecho en parámetros de emisiones, descargas y manejos de materiales contaminantes con el proyecto; y por último la seguridad con sistemas de detección, alarmas, sistemas vs incendio, etc.

**Desmantelamientos y relocalizaciones.** En el caso en que el proyecto se instale en un área ya ocupada por otras instalaciones fuera de uso y se requieran quitar antes de construir la nueva instalación; o para los equipos que existentes a los cuales se les cambiará de localización, pero que se consideran dentro del proyecto.

**Personal de operación con el proyecto.** Plantilla planeada de personal requerida para las instalaciones con el proyecto, con los puestos.

**INTERFERENCIAS** para la ejecución del proyecto, principalmente en la etapa de construcción. Por ejemplo para plantas en operación, si son de alto riesgo por manejo de productos inflamables y/o explosivos; el soldar, chispas por golpear con herramientas no especiales y el uso de algún medio que produzca chispa. El contemplar trabajos en equipos en operación, lo cual nos llevará a programar paros (tiempo en que la planta detiene su operación) para realizar las actividades.

## **PREMISAS DE PROYECTO.**

**Premisas de mercado.-** Consideraciones bajo las cuales se sustento, la factibilidad del proyecto, la cual marca una base de referencia. Pueden ser: el tiempo de salida de producto al mercado, los pronósticos de ventas esperados para los productos, la especificación de pureza del producto, áreas de consumo, presentación o la consideración de negociación con un proveedor de materias primas.

**Premisas de sitio y localización.-** Las consideraciones base para la localización y sitio del proyecto. Preguntas típicas, que justifican la decisión: ¿dónde y qué ventajas habrá en el lugar donde se instalará?, ¿facilidades de comunicación?, ¿ubicación de mercados?, ¿ubicación de materias primas?, ¿infraestructura disponible?, ¿incentivos de desarrollo?, ¿disponibilidad de mano de obra?, etc.

**Premisas de proceso y servicios.-** Consideraciones como: la tecnología, relación con procesos existentes, aprovechamiento de servicios, disponibilidad de agua y otros insumos; requerimientos de servicios, áreas de proceso consideradas, etc.

**PROYECTOS RELACIONADOS.-** Aquellos con los cuales se tenga algún tipo de interacción o relación: aquellos que deben cumplirse o verse impactados por el proyecto mismo para su desarrollo; el grado de interacción, inclusive interferencias o facilidades al mismo.

## **RIESGOS DE PROYECTO.**

**Riesgos técnicos.** Por un nuevo desarrollo tecnológico, adaptación a un proceso existente de una mejora en condiciones diferentes, adaptación de equipos al proceso por ser ya existentes, equipos experimentales, especificaciones y manejo del producto, etc.

**Riesgos ambientales.-** Por manejarse productos altamente explosivos, contaminantes o tóxicos; tener emisiones o descargas de sustancias no consideradas; saturar la capacidad de los sistemas anticontaminantes o de contraincendio; de la planta, con el proyecto.

**Riesgos de ejecución.-** Para proyectos en instalaciones existentes, aquellos que puedan afectar la producción. Proyectos que por la zona están expuestos a: huracanes, temblores, tormentas de nieve y otros fenómenos naturales. Aquellos que están en zonas de conflicto (guerrillas, sindicatos, etc.).

**Riesgos de cambio de definición.-** Para aquellos que por su naturaleza se prevé un alto grado de cambios, que dependen de políticas gubernamentales, tecnologías nuevas, etc.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

**Proceso.-** Tipo de proceso, descripción de instalaciones, filosofía de operación y control; áreas principales, de los equipos principales, etc.

**Instalaciones de servicios.-** Descripción de los servicios requeridos en capacidades y calidades, así como de los equipos principales: caldera, compresor, torre de enfriamiento, etc. Disponibilidad de agua y energía eléctrica; en la zona.

**Instalaciones auxiliares (planta de tratamiento, eléctricas, etc.).- A** manera general que tamaño de subestación y transformadores; cuantos CCM's, si contempla red de tierras y red de pararrayos; calidad y volumen de agua tratada requerida; tipos de proceso, etc.

**Diagramas de flujo y diagramas de tuberías e instrumentación.-** incluyendo balances de materia y energía, condiciones de proceso para los puntos de control.

**Lista de equipos, tuberías e instrumentos del proyecto.-** Condiciones de operación, propiedades de los fluidos, especificación de tuberías, tipos de instrumentos, requerimientos particulares de servicios, aislamiento, listado preliminar de potencias motores, etc.

**Arreglos de equipo y lay-out.-** Arreglo general de áreas y arreglos particulares de equipo.

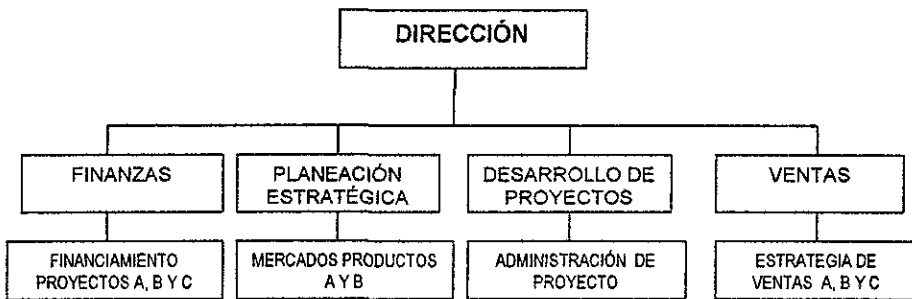
## **ESTRATEGIAS DEL PROYECTO.**

**Estrategias de diseño.-** Con las opciones de manejo del desarrollo de la ingeniería básica y de detalle: serán por un grupo interno; con un grupo externo con supervisión interna; la ingeniería básica con un grupo interno y la ingeniería de detalle por firma de ingeniería; por una firma de ingeniería que realice ambas, con supervisión interna; o alguna otra forma de manejo, para el desarrollo del diseño.

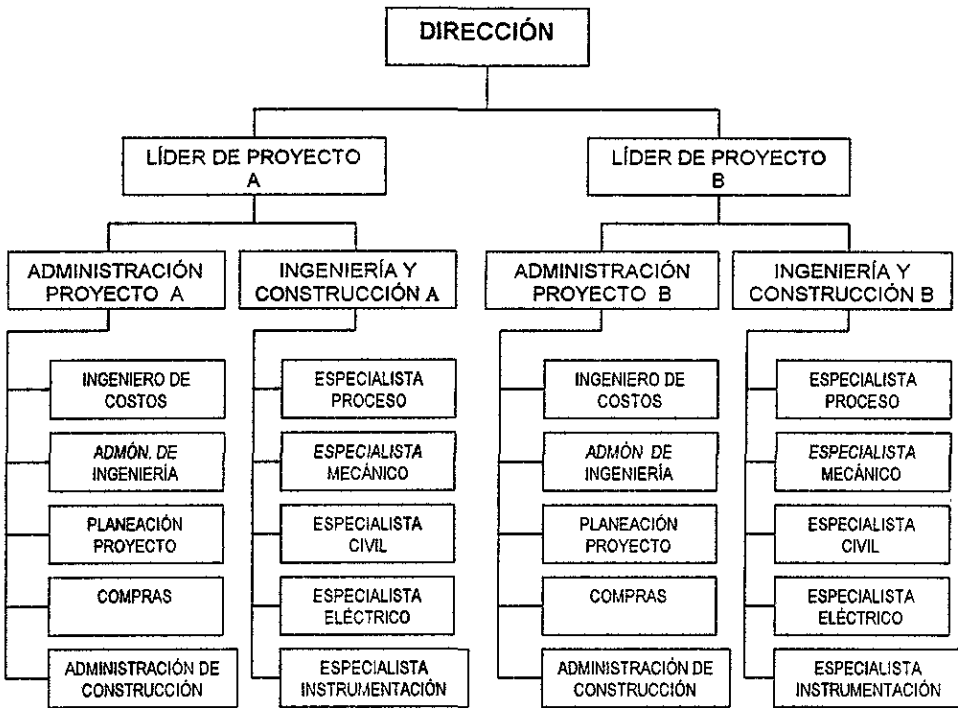
**Estrategias de adquisiciones.-** Si las compras se harán por personal del grupo o por firma de ingeniería; en el caso de equipos de importación si se realizará con proveedores extranjeros, por importadores o directamente. Si se realizarán todos los concursos o existirán adjudicaciones, si ya se tienen proveedores confiables.

detallada con nombres y funciones; tanto de las estructuras fijas como de las móviles. Existen tres tipos de organización:

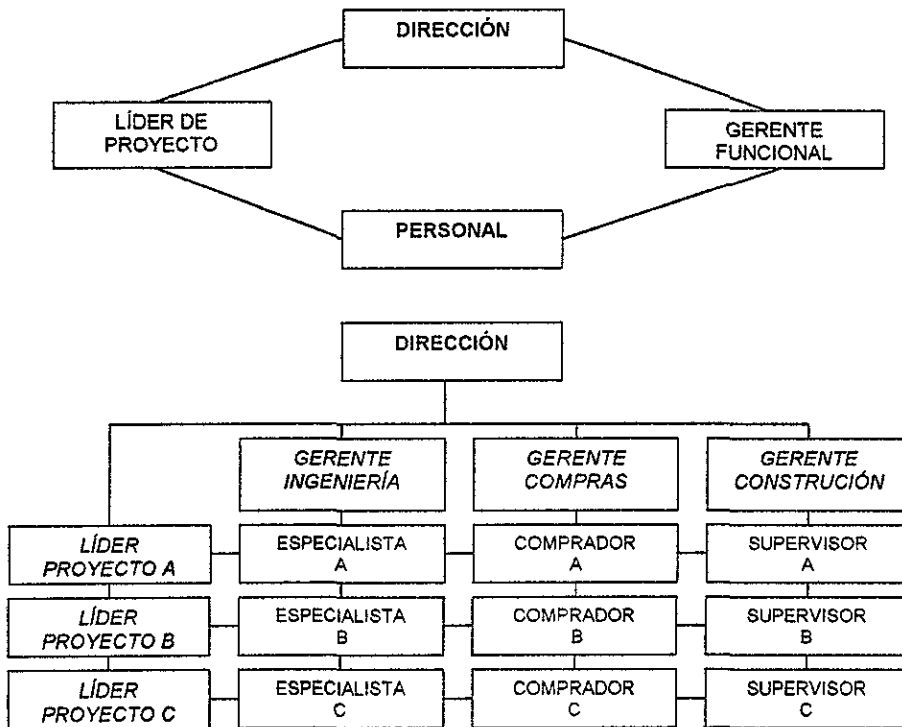
1) **Funcional**.- En la cual, como su nombre lo dice, las funciones toman el curso del trabajo en la organización, para estos casos, por ser uno más específico en la tarea resulta fácil la medición del desempeño de la gente, pues trabaja por sus áreas de efectividad, o sea para un fin particular; esto a la vez no permite que conozca más profundamente la problemática del proyecto y difícilmente habrá respuesta rápida a los cambios; la motivación e innovación serán normalmente disminuidas, recomendable para cuando se tienen varios proyectos de un tamaño moderado que no requiere mucha atención, en estos casos el personal puede asignarse a varios proyectos, para los especialistas se pueden aprovechar más dinámicamente las experiencias de otros proyectos.



2) **Proyecto (Task force)**.- Para estos tipos de organización, se conforma un grupo de personas multidisciplinarias para un fin común, en estos casos las funciones al estar completamente enfocados al problema común, conocen más la problemática del proyecto y de acuerdo a su especialidad; enfocan su esfuerzo al fin de manera más directa, en ocasiones de acuerdo a los requerimientos del proyecto se tiende realizar trabajos múltiples, fomentándose entre otras cosas la versatilidad, creatividad, etc. Aunque no se tienen tantas experiencias directas participando en más proyectos, en ellos se tiene una línea directa al líder de proyecto tanto funcional como administrativamente, por lo que en éste cae una gran responsabilidad. por los problemas de comunicación. Una de las desventajas más claras que se observa, es que resulta muy costoso el mantener una estructura completa para un solo proyecto, en caso de proyectos múltiples incluso se deben multiplicar funciones. Es recomendable para proyectos grandes, en que la dificultad requiera total atención.



**3) Matricial.-** Es una organización en la que existe dualidad o múltiple responsabilidad, e interacción gerencial. Es una organización en la que existen dos o más cadenas de mando, en cada uno de sus elementos. Una organización matricial de un proyecto es un equipo de trabajo multidisciplinario integrado con personal específico de proyectos y de las áreas funcionales, cuya naturaleza es temporal y cuyo propósito es alcanzar un conjunto de objetivos específico. Es un método de empleo deliberado del conflicto entre la necesidad de especialización vs la necesidad de coordinación, para obtener mejores resultados. Es el resultado de superponer una organización de proyecto a una organización matricial. Es una estructura multidimensional que trata de maximizar las ventajas y minimizar las desventajas de las estructuras puras de proyecto y funcional. Es una forma de manejar problemas en proyectos grandes y complejos; a la vez de administrar recursos escasos.



**Comité de proyecto**, grupo de personas que guían y vigilan el desarrollo del proyecto; dentro del marco de referencia hacia el objetivo, que los esquemas de control establecidos sean los pertinentes, que se cumplan las políticas y delegaciones; asegurar que la estructura propuesta se alinea al objetivo; y en base a las referencias, toman decisiones del rumbo inmediato a seguir, del apoyo y recursos necesarios.

**Delegación de autoridad**, documento que define la forma en como se administrarán los recursos económicos, define a las personas que manejarán el presupuesto y el alcance de dicha delegación de autoridad sobre los líderes de proyecto; en el manejo de decisiones y recursos.

**CATÁLOGO DE CUENTAS**. Dentro de otras cosas es el principal documento de enlace al área contable y base para la administración del dinero (\$, USD); se muestra organizado por cuentas, asignando un monto a cada una de ellas para llegar al desglose del presupuesto autorizado; soporte principal para el control de costo del proyecto.

Se detectan tres rubros principales, pero dependen del manejo de activos de la empresa:

**Cuentas de Capital.-** Para aquellos activos que se capitalizarán directamente por parte de la empresa (se capitalizan contable y fiscalmente); dentro de este tipo encontramos: terreno, urbanización, edificios, Tanques, bombas, agitadores, cambiadores de calor, calderas, torres de enfriamiento, compresores, recipientes, tuberías, subestaciones eléctricas, transformadores, CCM's, escritorios, computadoras, etc.

**Cuentas de Gastos Capitalizables.-** Para aquellos gastos necesarios, pero que tienen relación directa con el capital (fiscalmente se capitalizan dentro de las instalaciones, pero contablemente no), como lo son: ingeniería básica, ingeniería de detalle, administración, mano de obra para construcción, supervisión, viáticos, servicios funcionales (teléfono, copias, papelería, luz, etc.), asesorías, permisos, licencias, etc.

**Cuentas de Gastos No Capitalizables.-** Aquellas tareas necesarias, pero que solo se presentan como un gasto para el desarrollo del proyecto (En este caso ni contablemente, ni fiscalmente se capitalizan), en este tipo tenemos: desmantelamientos de instalaciones, demoliciones, relocalizaciones de equipo, reparaciones de equipo, modificaciones, facilidades temporales, gastos de arranque, etc.

#### PLAN DE CONTROL.

**Matriz de definición.-** Identifica las expectativas del proyecto y las condiciones que lo rodean, es un poderoso medio de comunicación de lo que se pretende hacer y transmitir la misión del proyecto a todos los participantes en su conceptualización. Es particularmente útil para la comunicación y orientación; entre los líderes de grupo y el cliente.

	Indicadores	Medios de evaluación y verificación	Medio ambiente	Premisas e incertidumbre	Plan contingente
MISIÓN					
OBJETIVOS					
PRODUCTOS					
INSUMOS					
MEDIOS					



**Misión.-** El conjunto de objetivos o la meta; que se persigue por medio del proyecto, pero de la cual, el proyecto de instalación solo es contribuyente.

**Objetivos.-** El conjunto de objetivos particulares con el desarrollo del proyecto.

**Productos.-** Los elementos verificables o productos que el proyecto generará.

**Insumos.-** Recursos requeridos, para la ejecución del proyecto.

**Medios.-** Recursos que serán comprometidos en la ejecución del proyecto.

**Indicadores.-** Identifican los elementos, parámetros, eventos o acciones que al ocurrir hacen evidente un logro consumado.

**Medios de verificación.-** Identifican la fuente donde se medirá el valor del indicador, generalmente serán: índices, análisis específicos, reportes, resultados, veredictos de comités, etc.

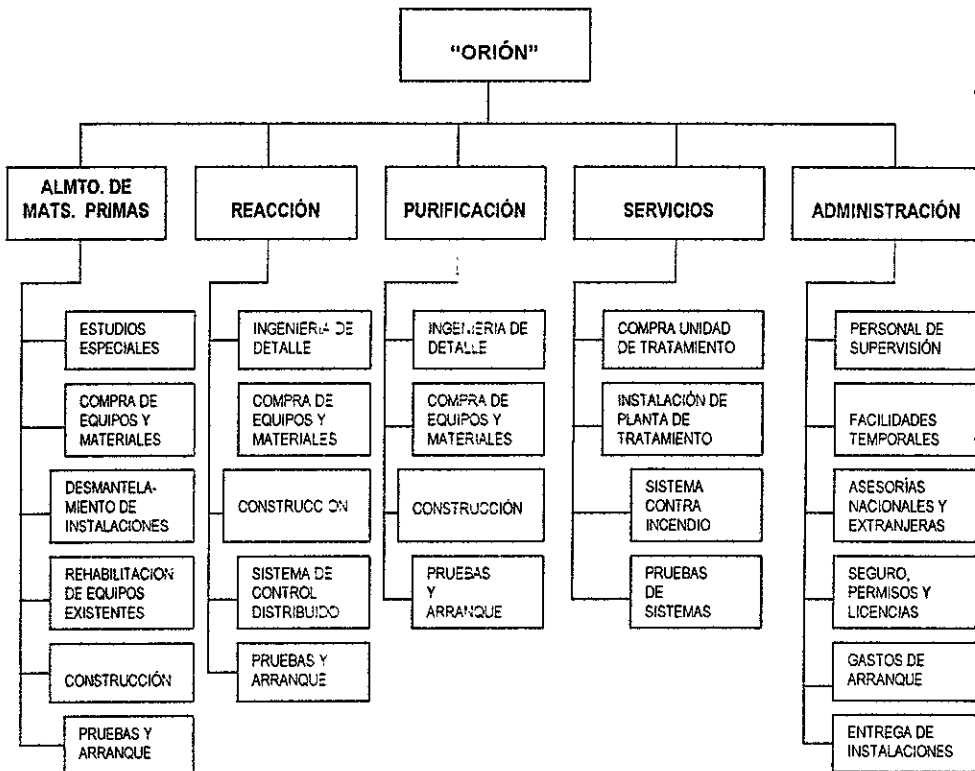
Permiten garantizar que el indicador será, medible y verificable; y que se contará con los medios para hacerlo.

**Medio ambiente.-** Identifican aquellos elementos del medio, cuyo estado incide sobre las expectativas del proyecto.

**Premisas y riesgos.-** Identifica los elementos asociados al desarrollo del proyecto, que pueden afectar el correcto cause del mismo y su instalación, así como los puntos específicos acordados o necesarios; que fijan una base guía para el desarrollo del mismo.

**Plan contingente.-** Basado en mucho a los riesgos identificados, plasma los planes de acción alternativo en el desarrollo del proyecto, como medida de corrección del rumbo ante un evento indeseable.

**WBS (WORK BREAKDOWN STRUCTURE).-** Es una técnica de descomposición estructurada de un proyecto en sus elementos componentes. El objeto del WBS es determinar paquetes de actividades "paquetes de trabajo" cuyo alcance, complejidad y costo; faciliten su manejo, planeación en costo y tiempo; así como su control. Ayuda a visualizar de manera global un proyecto, así como su estructura jerarquizada. Este desglose permite asignar a cada paquete costo, recursos, tiempo, etc. Funcionando como herramienta de comunicación, además de integrar y guiar en una ruta; el esfuerzo de las funciones administrativas.



**Pasos recomendados para la realización de un WBS:**

- 1.- A manera de lluvia de ideas generar o concentrar en un listado general, las actividades principales para la realización del proyecto. Realizados mediante preguntas como: ¿Qué trámites previos debo hacer?, ¿Qué se requiere diseñar?, ¿Qué requiero comprar?, ¿Qué requiero montar?, ¿Puedo usar equipo existente?, ¿En las áreas generales se requiere urbanización?, ¿Las tuberías van solo pintadas, aisladas o enchaquetadas?, ¿Qué preparaciones necesitamos, como drenajes, agua, energía eléctrica, etc.?, ¿Quiénes realizarán la administración, los diseños, la construcción, las compras, etc.?
- 2.- De acuerdo a la estrategia clasificar por áreas afines, prioridades, etc.
- 3.- Ordenar de acuerdo en cada clasificación, por como se van a desarrollar (priorizar).

- 4.- Diagramar (tipo organigrama) de acuerdo al ejemplo anterior, desde el primer nivel, hasta los distintos apartados en los niveles inferiores. Aunque es recomendable manejar un mismo nivel en todas las ramificaciones, para el caso del WBS analítico no debe restringirse el nivel, sino más bien buscar claridad.
- 5.- Revisar, si todos los elementos del alcance del proyecto están plasmados.
- 6.- Para el WBS de control buscar ir interiorizando, en los apartados con los detalles conocidos. Por ejemplo, para un proyecto "X" sería el 1er. nivel, área de servicios el 2do nivel, compra de equipo el 3er. nivel, bombas centrífugas el 4to. Nivel y el tag BA-114 el nivel 5to.
- 7.- Definir y conciliar el nivel de control, que puede ser el último nivel del que se tenga información directa.

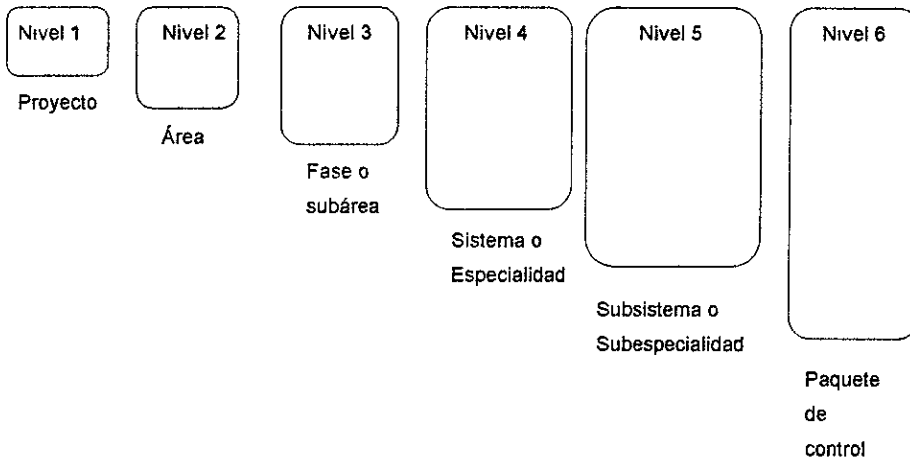
**El WBS ANALÍTICO.-** Constituye el primer planteamiento del WBS, en el cual no se han tomado aspectos como: organización, ubicación, nivel de control, etc. Es un desglose libre de los elementos que componen el proyecto, a manera descriptiva del alcance general del proyecto. Su base principal es el documento de definición y alcance; iniciando como registro de componentes, hasta un análisis de los elementos intrínsecos, durante el proceso de estudio y recepción de los documentos base para el desarrollo del proyecto. La profundidad (No. de niveles) y amplitud no están predeterminados o limitados; con lo cual es un medio para el análisis y comprensión de los elementos componentes del proyecto.

**El WBS DE CONTROL.-** Es el planteamiento del WBS en el que ya se definieron; tanto la estrategia y las áreas formales en las que el proyecto va a dividirse, entendiéndose por área formal, aquella sección del proyecto que por conveniencia administrativa, proceso o localización; ocupará la atención en específico y que puede justificar que se maneje de manera particular (puede o no; ser un subproyecto) en: administración, sistemas de información y control; manejo de funciones, etc. Que nos lleva a diseñar los paquetes de control; como aquellas actividades de más bajo nivel, que por conveniencia al tipo de requerimiento de control del proyecto, pueden ser fácilmente medibles con: costo, alcance, recursos, etc. Establece y plantea divisiones claras; a un nivel requerido.

Una de las preocupaciones más grandes de éste, se centra en el nivel de control requerido y/o recomendado; para el tipo de proyecto y su estrategia; tomando en cuenta que para controlar a un nivel más bajo, representará más dificultad y tiempo; lo cual, nos llevaría a perder de vista la oportunidad. Lo mismo, en ocasiones al intentar controlar a niveles altos, nos llevará a puntos generales no claros, que dificultarán el control del proyecto. Se debe pensar en un nivel , el cual permita de

manera clara, sencilla y oportuna; situar la posición del paquete y del proyecto; en un momento específico requerido, incluso deben ser preferentemente datos directos de los procesos de control, por ejemplo, la lista de asistencia de personal en el día.

Estructura típica (para proyectos mayores de alto requerimiento de control):



**Los WBS detallados.-** recomendados principalmente para hacer un planteamiento estratégico, en actividades generales específicas, como lo son: procuración, concursos, ingeniería, construcción, etc. O sea, nos permiten hacer un planteamiento de la estrategia, para enfoques específicos de etapas y actividades principales. Su principal función es como medio de comunicación estratégica a las distintas áreas de trabajo, que permitan el desarrollo bajo esas premisas o marco de referencia. Por ejemplo, para un proyecto bajo un marco de referencia de tiempo, nos puede llevar a pensar en concursos, que para evitar su duplicidad, se puede realizar un primer concurso tipo, para la primera fase y considerarlo para las siguientes fases del proyecto, esto ahorraría el tiempo de concurso y trabajo; en las fases posteriores. El WBS deberá mostrar claramente los concursos que se realizarán y cuales se adjudicarán, en cada fase.

**Programa maestro.-** Es el primer planteamiento que se hace en el proyecto desglosando las actividades principales con un tiempo-calendario, o sea, es la primera aproximación de lo esperado en tiempo para el proyecto y en sus respectivas actividades generales; en ocasiones a manera de compromiso inicial como base para el desarrollo de otros documentos como la planeación y el estimado de costos; en el desarrollo del proyecto ya

con más información, éste programa maestro se va ajustando con los programas detallados de actividades. Puede presentarse como listado de actividades con fecha de inicio y conclusión; o en un programa de barras (Gantt). En el próximo capítulo se detallará más sobre este tipo de representaciones.

**Estimado de Costo.-** Cuyos objetivos principales son: proporcionar la información para evaluar la viabilidad económica del proyecto y definir con la mayor precisión posible la cantidad de dinero que será solicitada para llevarlo a cabo. La información necesaria total o parcial, es: tecnología (condiciones de licenciamiento), ingeniería básica, documento de definición y alcance; diagrama de flujo, diagramas de tuberías e instrumentación; dibujos de localización de áreas y equipos; clasificación eléctrica de áreas, listado de equipo, capacidades de equipos principales, potencia requerida por motores, cotizaciones de equipos, índice de tuberías, listado de instrumentos, servicios requeridos y requerimientos de edificios (oficinas, comedor, enfermería, taller, nave de proceso, etc.).

**Métodos para estimar costo:**

1.- Factor sobre la capacidad (grado de precisión +60% /-40%).

$$\text{Inversión} = \text{capacidad anual} \times \text{precio unitario} / \text{rotación}$$

$$\text{rotación} = \text{precio unitario} / \text{inversión por tonelada}$$

$$\text{rotación} = 0.2 \text{ a } 8.0$$

2.- Regla de los 6 décimos (grado de precisión +50%/ -20%).

Cuando se conoce la inversión y la capacidad de una planta, se puede estimar la inversión a otra capacidad.

$$\text{Inversión} = \text{inversión conocida} \times (\text{capacidad estimada/capacidad conocida})^a$$

a = toma comúnmente el valor de 0.6, pero puede variar, de 0.5 a 0.9 según el proceso y rango de capacidad.

3.- Factor de Lang (grado de precisión +40%/ -20%).

$$\text{Inversión} = \text{costo total cotizado del equipo} \times \text{factor}$$

Tipo de planta	Factor
Proceso de sólidos.	3.10
Proceso de sólidos y fluidos.	3.63
Proceso de fluidos.	4.74

4.- Factores por especialidad (grado de precisión +30%/ -15%).

**Cotización de Equipo.**

$$\text{Inversión} = [(1.43+a+b+c+d+e) \times \text{costo equipo cotizado}] \times (1+x+y+z)$$

$$\text{Costo de instalación} = 0.43 \times \text{Costo equipo cotizado.}$$

Tuberías de proceso.

Tipo de planta	% sobre equipo cotizado	
Sólidos	7 - 10	} a
Sólido-fluido	10 - 30	
Fluido	30 - 60	
Instrumentación		
Gdo. de automatización	% sobre equipo cotizado	
Bajo	3 - 5	} b
Medio	5 - 12	
Alto	12 - 20	
Edificios		
Tipo de planta	% sobre equipo cotizado	
Intemperie	10 - 30	} c
Mixta	20 - 60	
Cerrada	60 - 100	
Servicios		
Alcance	% sobre equipo cotizado	
Existente	0	} d
Necesidades menores	0 - 5	
Necesidades mayores	5 - 25	
Instalaciones nuevas	25 - 100	
Tubería exterior		
Longitud	% sobre equipo cotizado	
Corta	0 - 5	} e
Media	5 - 15	
Larga	15 - 25	

**Total de Instalaciones es la suma de anteriores, incluyendo equipo cotizado**

#### Ingeniería y Construcción

Complejidad	% sobre total de instalaciones	
Simple	20 - 35	} x
Difícil	35 - 60	

#### Imprevistos

Tipo de proceso	% sobre total de instalaciones	
Firme	10 - 20	} y
Sujeto a cambio	20 - 30	
Especulativo	30 - 50	

**Factor de tamaño**

Tamaño	% sobre total de instalaciones	}	z
Grande (> 6 MM USD)	0 - 5		
Mediano (de 1 a 6 MMUSD)	5 - 15		
Unidades piloto (< 1 MM USD)	15 - 35		

**5.- Con Ingeniería parcialmente desarrollada (grado de precisión +20%/ -10%).**

**Cotización de Equipo.**

**Inversión = suma (equipo + instalación + conceptos volúmenes y costos unitarios + ingeniería + imprevistos)**

Costo equipo Instalado = 1.43 x Costo equipo cotizado.

Con volúmenes de obra y costos unitarios.

Drenajes

Cimentaciones

Estructural

Edificios

Tuberías de proceso

Eléctrico

Instrumentos

Pintura

Aislamiento

Ingeniería

porcentaje sobre subtotal de volúmenes de obra y costos unitarios

Imprevistos

porcentaje sobre subtotal de volúmenes de obra y costos unitarios

**6.- En ejecución (grado de precisión +5%/ -5%).**

**Compras ya realizadas y cotizaciones de equipos.**

Instalación.- Costo estimado por cada equipo.

Listado de materiales y cotizaciones; para cada una de las especialidades.

Mano de obra.- Estimada con factores, experiencia o cotizaciones; para cada una de las especialidades.

Ingeniería.- Estimación detallada de acuerdo al avance de la misma.

Imprevistos.- % sobre las partidas no comprometidas.

Se recomienda que para la presentación del documento se planteen tres secciones principales: 1) Resumen del estimado de costos.- Tabla presentando los datos generales de proyecto: nombre, localización, cliente, propósito, grado de precisión, fecha base, datos generales del programa maestro, indicadores económicos (salario mínimo de la zona, paridad y factores inflacionarios) y por último los resultados de la estimación con sus respectivas observaciones; 2) Bases y premisas de la estimación

con: descripción resumida del proyecto, método empleado, propósito, grado de precisión, información utilizada, fecha base, imprevistos considerados, premisas de entorno (Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (INPC), factor inflacionario y paridad), premisas administrativas (programa maestro y otros conceptos como; quién hará la ingeniería, facilidades temporales, gastos adicionales, etc.); 3) Detalle de la estimación presentado en tres partes: la primera con un consolidado ordenado por tipo de concepto, la segunda etapa con la totalidad de los rubros, clasificado por tipo de concepto de acuerdo a: capital, gastos capitalizables y gastos; y por último el desglose con soporte de cada una de las cifras estimadas.

Pero para que sea una referencia verdaderamente confiable y considerando que el país esta expuesto a efectos inflacionarios y cambios de paridad, es importante dentro del mismo, plasmar referencias que nos permitan una mejor medición, como lo son:

**Pesos base.-** Representan el valor de los rubros del proyecto en pesos si (imaginariamente) se ejecutará en su totalidad en la fecha de la estimación de costos. Basado en estimaciones y cotizaciones (con cierta vigencia) que se disponen al calcular el costo de la inversión, o sea, es la estimación natural.

**Pesos corrientes.-** Muestran el valor del proyecto en su transcurso, son las erogaciones que se van dando a lo largo de la vida del proyecto, para efectos de estimación, estos valores se ven apoyados por el programa de erogaciones y de acuerdo a un estimado de los factores inflacionarios; en base al Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (INPC). Va adquiriendo importancia en el proyecto dependiendo de la estabilidad económica del país, en ese momento (que tanto se mueve el INPC) y en el tiempo de duración del proyecto.

**Pesos corrientes=**Pesos base x (índice fecha estimada erogación / índice fecha base)

**Pesos constantes.-** Presenta el valor del proyecto referenciando sus conceptos a una fecha determinada como base, considerando que el proyecto se ejecutará en su totalidad en ese mes. Sirven de base para calcular la evaluación económica en un ambiente inflacionario.

**Pesos constantes=**Pesos corrientes x (Índice fecha base / índice fecha constante)  
ó

**Pesos constantes=**Pesos corrientes x (Índice fecha base / índice fecha estimado de erogación)

**Moneda extranjera.-** Para presentar una perspectiva en los mercados internacionales, como medio de referencia en monedas extranjeras de países de más estabilidad económica o en específico para un país determinado.



Comúnmente usado el dólar (USD). Para lo cual se calcula el valor de los pesos corrientes a dólares, a la paridad de la fecha base.

Necesarios cuando el proyecto se mueve en el ámbito internacional, o en el caso de que el financiamiento sea validado o autorizado en el extranjero; para el caso de empresas transnacionales o empresas nacionales relacionadas con compañías extranjeras; además sirve como base de comparación contra inversiones en el extranjero. Simplifican la proyección de la estimación a otras fechas.

**Presupuesto**, desglose del estimado de costo autorizado en la solicitud de inversión, referenciado en cuentas de cargo. Base para el control de costo y alcance del proyecto.

**Programa de erogaciones**, planteamiento de manejo de inversión en el tiempo de desarrollo de proyecto. Su fin principal es para definir el tipo de financiamiento requerido, en base al flujo de efectivo en el tiempo de su desarrollo adecuado, si mi inversión total es de 10 MMUSD, no todo lo tengo que pagar al primer momento, sino que en base a un programa de erogaciones, busco estimar como se va a utilizar la inversión a lo largo del desarrollo del proyecto y buscar continuar aprovechando de otra manera mi inversión.

**Control de costo**, planteamiento del estado económico del proyecto, presupuesto con el detalle de los montos comprometidos vía orden de compra, montos erogados vía presentación de facturas y montos pagados por pago de cheque o transferencia bancaria; y su registro contable.

**Control de avance**, basado en los programas maestro, red de proyecto y detallados; así como el documento de definición y alcance; presenta el estado de avance del proyecto en cada uno de sus rubros, o sea, actividades principales: ingeniería, compras, construcción, etc., Soportado por medio de controles de avance específicos. Estos documentos son una de las bases para la toma de decisiones y determinar el rumbo a seguir para el proyecto. Mostrando el avance por medio de: valores en porcentaje comparando el estimado contra el real, las actividades principales del período, las actividades retrasadas, el impacto de los retrasos en otras actividades en la terminación del proyecto, compromisos próximos, etc.

## **PLAN DE COORDINACIÓN.**

**Grupos involucrados**, aquellos principales participantes en el desarrollo del proyecto, así como la definición de su participación en cada una de las etapas y eventos del desarrollo del proyecto.

**Responsabilidades**, planteamiento de las responsabilidades y funciones de los grupos involucrados en el desarrollo del proyecto.

**Mecánica de interacción**, principal relación entre los grupos de trabajo para las actividades de los procesos internos de trabajo, principalmente entre cliente, gerencia, ingeniería, compras, construcción, contabilidad y otros equipos participantes.

Con estos documentos y con el apoyo de otros manuales técnicos, como lo son: manuales de proceso, manual de ingeniería básica, manual de ingeniería de detalle (cuya base son los manuales de proceso y de ingeniería básica), se podrán realizar las compras, así como la construcción del proyecto; dentro de un marco de referencia que puede permitir un adecuado control del costo y tiempo del proyecto.

### **III. PROGRAMACIÓN DE PROYECTO**

En éste capítulo se detallarán las principales herramientas enfocadas a vigilar uno de los parámetros de control más importantes en un proyecto "EL TIEMPO", estas herramientas son los PROGRAMAS DE ACTIVIDADES, que van desde los generales, maestros, hasta los detallados y de control; los cuales nos auxilian en principio en la viabilidad en tiempo de un proyecto, luego en la determinación de la referencia base de las actividades principales y posteriormente controlarlo; mediante el reporte del estado del proyecto y sus fases; para de esta manera medir su impacto; planteando compromisos y acciones correctivas de trabajo; entre los grupos y personas involucradas.

Un buen programa debe ser sencillo y de fácil interpretación, pero dependiendo del requerimiento específico, enfoque particular e información; pueden plantearse de ciertas maneras en menor o mayor detalle. Existen varias técnicas para la presentación de un programa, desde lo más simple como un listado de actividades principales, hasta lo más complejo y laborioso; en los programas detallados con el método global, para lo cual, se requiere profundizar más en la información.

Enfocándonos al caso particular del problema que nos preocupa, LOS PROYECTOS, desde el momento de su concepción en que se empiezan a definir hasta su arranque previo a la entrega de las instalaciones; resulta de vital importancia comunicar de la situación en cada momento específico, la proyección y expectativas a futuro; en corto, mediano y largo plazo; esto dependiendo del tamaño del proyecto. Es aquí donde el programa de actividades funciona como una herramienta para lograr tal comunicación, en cualquiera de sus representaciones. Al principio por la escasez de información conocemos las actividades generales con algo de detalle, pero a la medida que va avanzando su desarrollo se tiene más información, particularmente en las etapas generales que van ocurriendo, por lo que ameritan un programa particular a un mayor detalle y exactitud; como en el caso en la Ingeniería, las compras, la construcción, etc.

#### **PLANTEAMIENTO DE UN PROGRAMA**

**¿QUÉ ES UN PROGRAMA?** Es una representación gráfica, que muestra el pronóstico o compromiso; de una serie de sucesos y tareas dependientes referidas en el tiempo, resultando la herramienta principal que nos permite administrar las diferentes actividades para buscar su cumplimiento particular de manera eficaz, con el fin común de lograr el objetivo en el menor tiempo. En el caso de un proyecto, esta formado por una gran cantidad de actividades que se llevan a cabo en diferentes etapas del mismo, su coordinación y buena administración; dentro de un marco de dirección y control; son esenciales para el buen resultado.

A pesar de que existen distintos tipos de programas, todos tienen características básicas comunes: tienen un objetivo perfectamente identificado, el cual está determinado por el cumplimiento de una serie de actividades con una duración particular, o sea, que tienen una fecha de inicio y una fecha de terminación; se desarrollan a través de medios y recursos; y finalmente de manera importante tienen interrelaciones entre ellas, en ocasiones a manera de condicionamientos, permitiendo una secuencia lógica de actividades a manera de red desde su inicio hasta la terminación.

**OBJETIVO.-** Es la razón principal del programa, que nos lleva al estudio y/o realización de "algo", como lo puede ser: un proyecto, un desarrollo de un diseño detallado, la fabricación de un equipo, la compra de una planta, el desarrollo de un sistema, etc.

**ACTIVIDADES.-** Corresponden a operaciones elementales o grupos de ellas, según el grado de detalle deseado. La descomposición no es única y exige conocimientos de la tecnología correspondiente al tipo de realización. Cada actividad queda perfectamente definida en el contexto del problema conociendo ciertas características, normalmente son dependientes entre sí, las cuales pueden ser perfectamente conocidas, desconocidas o aleatorias en el desarrollo. Estas características son principalmente: duración de la actividad en unidades tiempo (horas, días, meses, etc.), tienen una fecha de inicio y de terminación (de acuerdo a un calendario, posicionadas por los requerimientos e interrelaciones con otras actividades) y por último los medios requeridos para llevarse a cabo (mano de obra, equipo como grúas, herramientas, materiales, dinero, entre otros)

**INTERRELACIONES.-** Al ser actividades dependientes, en menor o mayor medida por su relación hacia el fin común; se genera un conjunto de condicionamientos de cada actividad con las otras o con ciertas premisas externas; esto permite priorizar para ordenar las actividades, de acuerdo al sistema de interrelaciones generado en su análisis. Estas interrelaciones constituyen la formulación analítica de las exigencias impuestas, por ejemplo, una construcción no puede empezar sin tener por lo menos un grado de diseño terminado, materiales, mano de obra y herramientas de trabajo; así como algunas consideraciones como son: el número de personas en un área de trabajo limitada para la actividad, ciertas actividades que deben terminarse en cierta fecha, la fecha de entrega de un equipo para su instalación, actividades que no pueden realizarse en ciertas épocas del año, etc.

La naturaleza de las interrelaciones permite diferenciar el tipo de problema y restricción para empezar, continuar o terminar una actividad; por lo que una clasificación de acuerdo a su naturaleza puede ser:

- 1) **Potenciales** .- Fijan la posición en el tiempo de una actividad respecto a las otras o respecto al calendario. Se subdividen en: **Localización temporal**.- Para aquellas que imponen que una actividad debe comenzar después (localización temporal mínima) o antes (localización temporal máxima) de una fecha dada. **Posterioridad**.- Que imponen que la diferencia entre las fechas de comienzo de dos actividades sea mayor (posterioridad mínima) o menor (posterioridad máxima) que un intervalo dado. En los anteriores podría haberse hablado de fechas de terminación de las actividades en lugar de las de comienzo.
- 2) **Acumulativas** .- Son producidas por la limitación de los recursos disponibles para la ejecución de la actividad. Se formulan indicando que la suma de las cantidades de un recurso de cierto tipo utilizadas en todas las actividades que se efectúan en un instante dado debe ser, a lo sumo, igual a la cantidad disponible en este instante:  $\sum_i \gamma_{ik} \leq G_k$ , en cualquier momento; por ejemplo, si tengo 10 actividades de pintura en un momento específico del proyecto al menos debo tener 10 pintores disponibles, o sea, limitan en definitiva el número de actividades que se pueden realizar simultáneamente y aunque existen principalmente en cuestión de mano de obra alternativas para el pico, como lo son: horas extras, trabajadores eventuales, empleo de especialidades de mano de obra a otra afín. etc. Es recomendable recurrir a ellos de manera alternativa (para recuperar tiempo) por un tiempo limitado y no como planeación, principalmente porque eliminaríamos una alternativa ante las eventualidades y por la dificultad de realizar un estudio analítico.
- 3) **Disyuntivas** .- Se presentan cuando los intervalos de tiempo durante los cuales se efectúan dos actividades distintas no pueden tener ninguna parte común (generalmente por utilizar el mismo equipo). Evidentemente, si es posible prefiere el orden de dichas actividades van a realizarse. la interrelación disyuntiva desaparece para transformarse en potencial. Este tipo de interrelaciones nos llevan a plantear alternativas, por su naturaleza presentan más dificultad. Por ejemplo, si tenemos una sola grúa no se pueden considerar en la planeación el montaje de varios equipos grandes a la vez.

En otra clasificación, por la interacción entre las actividades, se presentan cuatro casos de interrelaciones básicas, estas son:

- a) **Finalización-Inicio (FI) ó (FS finish-start)**.- Esta enmarca a las actividades que pueden iniciarse siempre y cuando otra(s) actividad(es) haya(n) terminado.
- b) **Inicio-Inicio (II) ó (SS start-start)**.- Para aquellas actividades que inician siempre y cuando otra(s) inicie(n).

- c) **Finalización-Finalización (FF) ó (FF finish-finish).**- En el caso de aquellas actividades que pueden terminar siempre y cuando otra(s) termine(n).
- d) **Inicio-Finalización (IF) ó (SF start-finish).**- De manera poco común, para las actividades que puedan finalizar siempre y cuando otra(s) haya(n) iniciado.

Para todos los casos se puede abrir la posibilidad de referir las interrelaciones de actividades a un cierto % de avance o unidades de tiempo en la actividad, para el cumplimiento de la condición, por ejemplo, una construcción puede empezar con un 60% de ingeniería de detalle terminada, o un equipo se puede montar 2 días después de haber colado su base.

#### **Pasos generales para realizar un programa:**

- 1) Generar un listado de actividades necesarias para la realización del objetivo, puede ser en principio en desorden a manera de lluvia de ideas.
- 2) Ordenar de acuerdo a cierta clasificación por: área, prioridades, secuencia, restricciones, etc.
- 3) Realizar un listado o diagrama de las interrelaciones entre actividades; mostrándolas de acuerdo al tipo de relación y en base esto una secuencia de principio a fin. Esto a su vez ayudará a completar algunas actividades faltantes para el desarrollo del objetivo.
- 4) Calcular duraciones de cada actividad, en base a: compromisos, tiempos de entrega de equipos o instrumentos, listas de materiales, volúmenes de obra, horas-hombre, duraciones estándar por actividades tipo (cotizaciones, concursos, aprobación de dibujos, etc.) y otras.

Las fuentes de información pueden ser diversas dependiendo de la información disponible del proyecto: compromisos en juntas, órdenes de compra, cotizaciones, información de proveedores, preingeniería o ingeniería de detalle (arreglos de áreas y de equipo, peso de equipos, listas de materiales y volúmenes de obra), recursos disponibles, restricciones por fechas y/o temporadas o por medio de una base estadística de proyectos anteriores.

Por ejemplo, para construcción y por medio de factores de rendimiento por zonas (de esta base estadística); nos hace posible primero las horas-hombre y de acuerdo a los recursos, estimar la duración:

Especialidad	Unidades dato req. proyecto	Unid.rendimientos
Civil	m <sup>3</sup> de concreto	H-H/m <sup>3</sup>
Estructura	Ton de acero	H-H/Ton
Montaje de equipo	Ton de equipo	H-H/Ton
Tuberías	m de tubería, diámetros	H-H/m
Eléctrico	m de cable y conduit, calibres y $\phi$	H-H/m
Instrumentación	No. de instrumentos	H-H/No. instrum.
Pintura	m <sup>2</sup> estruct. y edif., m tubs. $\phi$ , m <sup>2</sup> eqs.	H-H/m ó m <sup>2</sup>
Aislamiento	m de tubería, diámetros + m <sup>2</sup> eqs.	H-H/m ó m <sup>2</sup>

5) Determinar los periodos mínimos de tiempo que de acuerdo al tipo de programa y requerimientos de control del mismo, son la base para fijar la escala de tiempo en: horas, días, semanas, meses y años.

El nivel de actividades debe ser congruente, no se puede manejar actividades que llevarán semanas, con otras estimadas en horas. Todas deben estar en un mismo rango.

## TIPOS DE PROGRAMAS

Existen varias técnicas de programación las cuales van desde lo simple hasta lo meticuloso, con mayor o menor información, y de fácil o difícil interpretación; dependiendo del requerimiento del momento, de las personas, del gerente o del cliente. Así en la mayoría de los casos se parte de un planteamiento general el cual principalmente se hace por la experiencia y conforme se avanza en información; nos lleva a niveles más profundos y con esto detalles de control más finos. Esto es algo así como que nos pregunten: ¿cuanto tiempo te llevas en construir una planta de resina 20,000 Ton/año? a lo que podemos contestar más o menos, un año y medio; pero ya con más información y una técnica más avanzada podemos detallar más, en las actividades y su relación; incluso buscar una propuesta eficiente con la que podríamos decir 14 meses y en tales actividades debemos tener cuidado porque son la ruta crítica.

### Tipos principales:

**LISTA DE ACTIVIDADES.-** Se presenta como un simple listado de actividades ordenado bajo cierta clasificación: área, etapa o estrategia; presentando información asignada a cada actividad, como lo es: responsable, fecha de inició, fecha de terminación, recursos, etc. Muy

utilizado en el principio de un proyecto para plantear las primeras bases para la planeación y estimado de costos; o plantear compromisos de juntas, pendientes para entrega, etc.

EVENTO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN
DEFINICIÓN	SEPT'1996	NOV'1996
APROBACIÓN INVERSIÓN	OCT'1996	NOV'1996
INGENIERÍA BÁSICA	OCT'1996	ENE'1997
INGENIERÍA DE DETALLE	ENE'1997	MZO'1997
COMPRAS	DIC'1996	JUN'1997
CONSTRUCCIÓN	MZO'1996	JUN'1997
PRUEBAS Y ARRANQUE	JUN'1996	JUL'1997

PENDIENTE	RESPONSABLE	FECHA COMPROMISO	AVANCE
<b>AREA 01</b>			
MONTAJE 1BA-01	CLL	JUNIO 14, 96	70%
MONTAJE DE TUBERÍAS	CLL	JUNIO 14, 96	90%
CONEXIÓN DE MOTORES	FGH	JUNIO 19, 96	40%
CONEXIÓN DE INSTRUM	GHR	JUNIO 21, 96	20%
PBA. HIDROSTÁTICA TUBS.	CLL	JUNIO 19, 96	0%
PBA. DE ROTACIÓN MOTOR	FGH	JUNIO 20, 96	0%
PBAS. SEÑALES SIST.CTRL.	GHR	JUNIO 25, 96	0%
AISLAMIENTO DE TUBERÍA	CLL	JUNIO 28, 96	0%
<b>AREA 02</b>			
CONEXIONES A LÍNEAS EXIST.	AVJ	JUNIO 25, 96	70%
PINTURA DE TUBS. AGUA	CFT	JUNIO 28, 96	60%
AISLAMIENTO TUBS.VAPOR	AVJ	JUNIO 28, 96	0%

Fig. 2.1

**DIAGRAMA DE GANTT (BARRAS).**- Es un método el cual mediante una representación gráfica muestra las actividades necesarias para un fin, en un marco de referencia compuesto por barras escaladas al calendario que representan la duración, y con ello su fecha de inicio y de terminación. Es sencillo, ayuda a dar una visión rápida de las actividades y su estado respecto al tiempo; herramienta débil de planeación, pero de gran ayuda para la comunicación por su fácil interpretación para los reportes de avance. Su



debilidad radica en que no muestra las interrelaciones de las actividades, no presenta una secuencia de actividades, no indica las holguras (tiempo disponible fuera de la duración, sin que impacte a la terminación de otra actividad o al objetivo global), difícil para determinar el efecto de adelantos o retrasos, no muestra las actividades críticas del proyecto (aquellas que no tienen holgura disponible) y no presenta de manera directa ninguna relación con los requerimientos de recursos tanto materiales como humanos y su relación.

**PROGRAMA MAESTRO DE PROYECTO**  
**PROYECTO "DESEMBOLLAMIENTO PLANTA TOLUCA"**

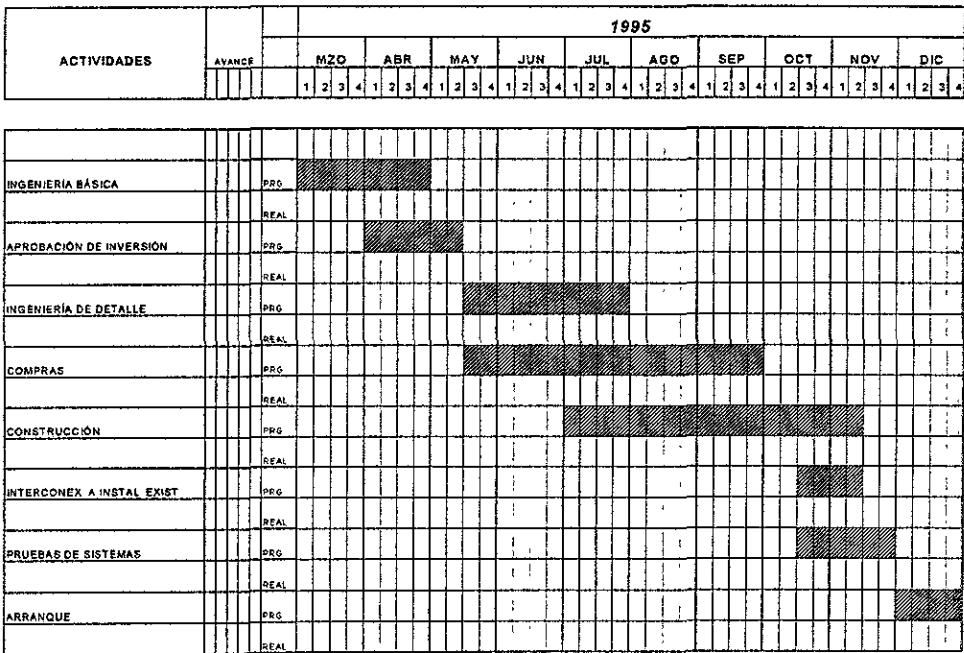


Fig. 2.2

**ADM (PERT/CPM).**- A partir de la evolución de las técnicas de utilización de redes o grafos para la representación de proyectos en 1957 por J.E. Kelley y M.R. Walker, que crearon para DUPONT DE NEMOURS el CPPS (Critical Path Planning and Scheduling) precursor del CPM (Critical Path Method). Utilizado para la programación y control de la construcción de una planta química en Louisville, Kentucky. Con un costo de 10 millones de US Dólares, demostró su ventaja ante los métodos clásicos, sobre todo por su facilidad de integrar las diferentes modificaciones e incidencias. De manera paralela la Naval Special Projects

Office, junto con personal de la Lockheed y de la firma Booz-Allen & Hamilton, pusieron a punto el método PERT (Progress Evaluation and Review Technique), para el control del proyecto POLARIS en el que intervenían 11,000 proveedores y agencias. Se atribuye al PERT la reducción de cerca de dos años de la duración del proyecto. En Europa, un grupo constituido por ingenieros de los Chantiers de 1° Atlantique, la SEMA y la Compagnie des Machines BULL estudio el problema del equilibrado de las curvas de carga de las diferentes especialidades que intervienen en las operaciones de armamento de buques, trabajos que dieron origen al método de los potenciales o ROY.

Este tipo de representaciones gráficas, muestran las actividades en una red de relaciones desde el inicio hasta el fin, por medio de puntos y vectores; en precedencias e indicando la duración de cada evento, y de manera indirecta la duración mínima del proyecto mediante la ruta crítica (suma de actividades que por no tener holgura si tuvieran un retraso, impactarían bajo la misma base a la terminación del proyecto, indicada en la figura 2.3 como la línea de eventos más gruesa). Estos métodos requieren que el programador tenga un conocimiento amplio de la interrelación de las actividades ya que de ello depende el grado de eficiencia de la red y de la información resultante. Su principales desventajas radican en la dificultad tanto del diseño como de la interpretación, así como no ofrecer de manera directa las fechas de inicio y terminación de cada actividad.

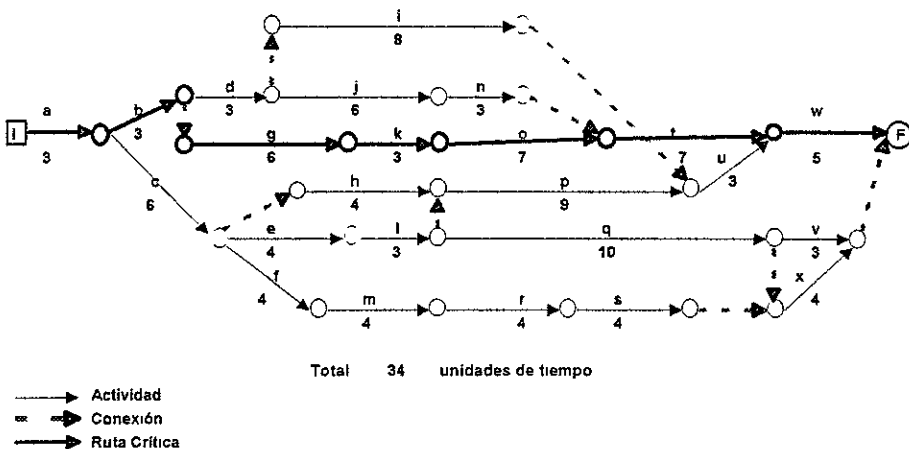


Fig. 2.3

Hasta éste momento se puede decir que se plantó la base de programación moderna, a partir de la cual, de acuerdo a una necesidad creciente de ser más eficientes, evitando por un lado

gastos innecesarios y aprovechar más el tiempo; impulsó el desarrollo de métodos mejorados en programas y paquetes de programación; gracias al desarrollo de las computadoras.

**MÉTODO GLOBAL.-** Este método aprovechando la sencillez del método de gantt, su clara visión por medio del calendario de referencia, mostrando fechas de inicio y terminación para las actividades y su impacto global en el proyecto; así como ventajas del método PERT/CPM en el manejo de las actividades interrelacionadas, su relación con los recursos tanto materiales como humanos, nos lleva a determinar además de un programa con su ruta crítica, la curva de avance y de man-power (fuerza de trabajo); permitiendo incluso balancear cargas de recursos buscando el máximo aprovechamiento y prever afectaciones por estos. Fortalecido por el desarrollo de computadoras hasta las PC's han llevado al desarrollo de programas y paquetes, como lo han sido: artemis 2000, harvard project, primavera, opera, microsoft project, etc. Que permiten manejar rápidamente y casi de inmediato medir impactos, requerimientos de recursos, etc. Permitiendo un mayor control, para lo cual resulta de vital importancia el conocimiento global de las actividades y su interrelación por parte de la persona que realiza el programa, en ocasiones mediante el apoyo de especialistas que ayuden a profundizar más el detalle.

RED DE PROYECTO  
"OMEGA"

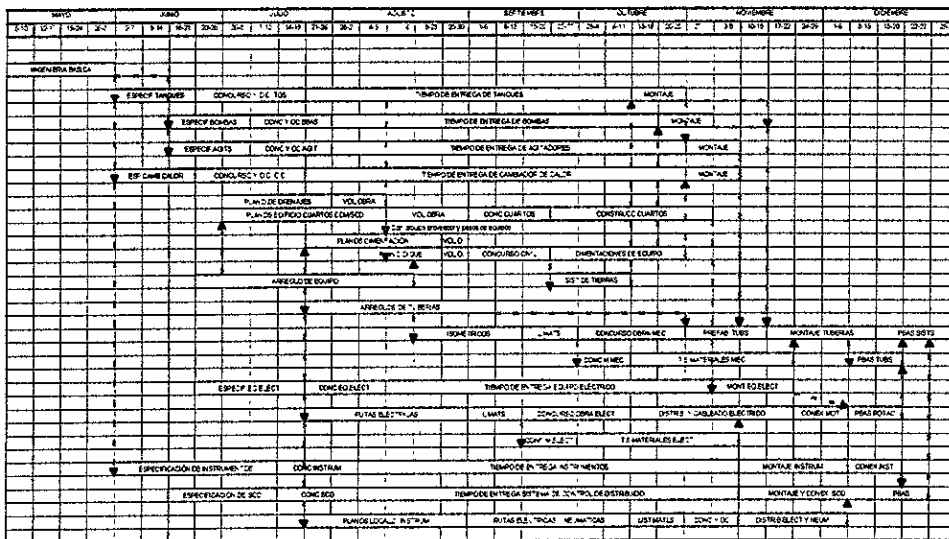


Fig. 2.4

## PROGRAMA MAESTRO

Principalmente representado por el diagrama de gantt, muestra los eventos principales, indicando en sus barras la duración por medio de la fecha de inicio y terminación estimada; sin ningún detalle adicional. Sus usos pueden ser: al principio de un proyecto como un estimado grueso en base a los eventos principales detectados, compromisos generales de grupos o personas, y posteriormente para comunicación general a niveles gerenciales y directivos; esto es, cuando se reporta el avance de un proyecto, el hecho de que presentemos herramientas de difícil comprensión aunque ofrezcan más información llevan a un cierto rechazo y confusión; con esto, se recomienda que lo que se presente en ese momento sea claro y sencillo; con un fundamento soportado por herramientas técnicas y controles de avance detallados.

En la figura 2.2 se muestra un ejemplo en el que se observan para el proyecto "Desembotellamiento planta Toluca" eventos principales como: ingeniería básica, aprobación de inversión, ingeniería de detalle, compras, construcción, interconexiones a instalaciones existentes, pruebas de sistemas y arranque; actividades de las cuales se puede profundizar en un programa independiente a un nivel más detallado, por ejemplo, en el desarrollo de la ingeniería de detalle, actividades como: desarrollo de ingeniería de proceso, desarrollo de ingeniería civil, desarrollo de ingeniería mecánica y tuberías, desarrollo de ingeniería eléctrica, desarrollo de ingeniería en instrumentación, etc. Detallando aún más en el caso de ingeniería mecánica y tuberías: diseño de tanques, arreglos de equipo, arreglos de tuberías, isométricos, listas de materiales y volúmenes de obra; y de esta manera profundizar más en niveles con más detalle, hasta el nivel requerido.

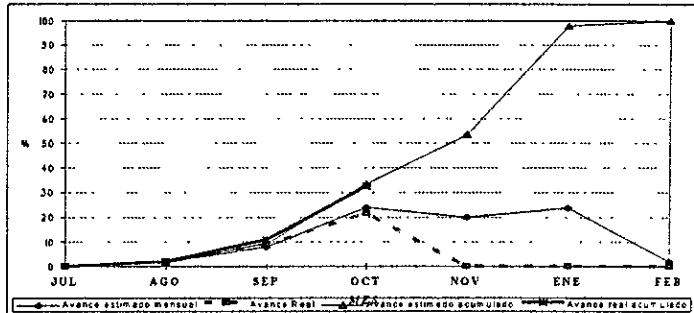
Aunque por nombre maestro lleva a pensar en primera instancia en un programa general de todo el proyecto, éste puede ser general para una parte, como por ejemplo, un programa maestro de ingeniería visto desde una firma de ingeniería, ya que para ellos su proyecto sería exclusivamente el desarrollo de una ingeniería de detalle.

Una herramienta que puede apoyarnos puede ser, el WBS ya que nos muestra para un proyecto el desglose de los eventos de acuerdo al nivel deseado, además de parte de la estrategia en su agrupamiento, que puede llevarnos por ejemplo, a proponer planes más agresivos para ciertas áreas con respecto a las otras. Dichas actividades con esta representación no muestra relación entre ellas, aunque evidentemente la tienen. Se pueden indicar avance reales para las mismas, pero no indican de manera directa el avance en porcentaje, ni el impacto en cuestión de retrasos.

A continuación se muestra una propuesta de programa maestro (fig. 2.5), complementado con información general como lo son: el peso entre eventos, el estimado del impacto de la actividad en su transcurso, el avance estimado mensual, el avance real mensual, el avance acumulado estimado y el

avance acumulado real. Estos dos últimos nos muestra de manera gráfica simple, tanto el estado del proyecto, como la perspectiva del proyecto a futuro de manera general. Todo esto como ya se indicó puede estar soportado por programas en otros métodos que nos indiquen de manera separada o unida la situación y los valores del avance en detalle.

CONCENTRADOS DE COLOR, S.A. DEPARTAMENTO DE PROYECTOS			PROYECTO: "SUBESTACIÓN"												CORTA AL 26 DE OCTUBRE 1986															
			CONTROL DE AVANCE DE PROYECTO												PLANIA	LABOR	FEJ													
															ESTIMADO	REAL	ESTIMADO													
Nº	DESCRIPCION	PESO	1986												1987															
			JUL			AGO			SEPT			OCT			NOV			DIC			ENERO			FEBRERO						
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	APROBACION SOLICITUD DE INVERSION	20%	[shaded]																											
2	INGENIERIA DE DETALLE	20%				[shaded]			[shaded]			[shaded]																		
3	PROCURACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	20%				[shaded]			[shaded]			[shaded]			[shaded]															
4	FABRICACION DE EQUIPOS	40%				[shaded]			[shaded]			[shaded]			[shaded]			[shaded]												
5	OBRA CIVIL	2%													[shaded]			[shaded]			[shaded]			[shaded]						
6	OBRA ELECTROMECANICA	20%																[shaded]			[shaded]			[shaded]						
7	INTEPCONEXION	3%																			[shaded]			[shaded]						
8	PRUEBAS Y ARRANQUE	2%																						[shaded]						
9	ENTREGA INSTALACIONES Y CIERRE	2%																						[shaded]						
	TOTAL	100%																												
	AVANCE MENSUAL		JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO						
	AVANCE ACUMULADO		0.00			1.00			8.00			24.00			20.00			22.75			23.75			2.00						
	DIFERENCIA		0.00			0.50			10.00			32.50			23.00			22.00			31.50			32.50						



OBSERVACIONES:

Fig. 2.5

## RED DE PROYECTO

Programa representado gráficamente, por los métodos PERT/CPM ó GLOBAL según el caso (ejemplo mostrado en la fig. 2.4), y que actualmente se beneficia por medio de paquetes de PC's como el Microsoft Project que permite ambas representaciones, con sus ventajas y la facilidad de realizar actualizaciones, incluso simulaciones rápidamente. El objeto principal de una red es plantear las interrelaciones entre actividades, que nos permita visualizar la situación general en el proyecto, y de esta manera realizar un análisis de la situación al momento. La red surge de un análisis de

precedencias entre las actividades componentes de un proyecto, de lo cual el nivel de detalle va de acuerdo a los requerimientos, sin perder de vista que un nivel de detalle demasiado profundo requiere de igual profundidad de información para su planteamiento y actualización; con esto más tiempo y recursos, llegando a un punto extremo ineficiente por la dificultad en su manejo. Con esto, se propone hacer sentido en la planeación, coordinación y control; con los niveles tanto en estrategia de administración de la gerencia, estimado de costos, manejo de ingeniería, WBS, compras, manejo de construcción, etc. Por ejemplo, si por estrategia ingeniería generará una lista de materiales y volumetría de obra por área, no tendría sentido en la red indicar volumetría por plano; o si los instrumentos (caso transmisores) se compran por paquete a un proveedor y éste se compromete a entregarlos juntos nos conviene indicar tiempo de entrega del paquete particular; otro ejemplo, en el caso en que de acuerdo a la estrategia de construcción se contrate por especialidad y que se quiera controlar por área; y como esta muchos ejemplos más. Una gran ventaja de un programa es en cuanto a la facilidad de manejo para su actualización e interpretación, si tenemos un programa altamente complejo y detallado, aunque se procese en computadora, requerirá más información lo que hará que lleve más tiempo tanto la obtención, como la captura de información para la actualización y nos llevará a detectar problemas con más detalle y análisis, pero probablemente no en su oportunidad.

La **ruta crítica** como su nombre lo indica es la suma de actividades que por sus interrelaciones tienen el mínimo de duración de un proyecto, esto es que de acuerdo a la base considerada, si alguna de ellas se retrasará un día, impactaría en el mismo día a la terminación del proyecto completo. Por esta razón es de vital importancia cuando se realiza el planteamiento de la red, analizar las interrelaciones entre actividades no en las fechas que queremos manejar, si no primero en la relación real entre actividades y en la situación particular entre las actividades para un caso específico, esto es, lo común que se maneja son las interrelaciones potenciales, por ejemplo, puedo instalar la tubería de descarga de una bomba hasta tener la bomba montada y la tubería entregada, además esta bomba previamente debió tener una cimentación preparada y haber sido entregada por el proveedor, pero si tomamos en cuenta otras afectaciones, del tipo disyuntiva o del tipo acumulativa, en cuanto a tener limitación de recursos, equipo, etc., o sea, tener la bomba montada y la tubería lista, pero que por el manejo del personal contratista estén atacando otras prioridades, o no tener disponible una máquina de soldar, o disponer de todo pero no considerar que ese día el personal de la planta había decidido realizar un paro en su subestación por lo que no habría energía eléctrica para las máquinas de soldar.

El hecho de contar con la ruta crítica ofrece de información muy valiosa, ya que permite prever puntos en donde se debe tener cuidado, analizando la situación de cada actividad crítica, e incluso tener preparadas medidas alternativas para reaccionar rápidamente a los acontecimientos. La ruta crítica no es estática, sino más bien dinámica, conforme pasa el tiempo puede ir cambiando, o sea, actividades que antes no eran críticas posteriormente se presentan y no por una mala planeación,

sino por ejemplo, por como se han realizado otras actividades, por no contar en ese momento de toda la información, cambios en el alcance, decisiones estratégicas, problemas externos (temblores, huracanes, huelgas, guerrillas, etc.), políticas gubernamentales, etc.

Concluyendo, el disponer de una ruta crítica nos ofrece una ventaja de principio, pero si además se tiene clara la situación de la ruta crítica y sus actividades, nos ofrecerá fuertes ventajas ante los acontecimientos, en el transcurso del proyecto, ofreciendo cierta tranquilidad y confianza.

## **PROGRAMAS DETALLADOS**

Estos programas como su nombre lo dice detallan eventos particulares, por ejemplo compras, desarrollo de ingeniería, construcción, fabricación de equipo, etc. Su principal razón es como herramienta de control pero al nivel específico, lo cual no sería conveniente manejar ni a nivel maestro, ni red, para no perder objetividad. Pueden realizarse en cualquiera de los métodos anteriores, tomando en cuenta sus ventajas y desventajas, el grado de profundidad va de acuerdo a como se quiera controlar, evitando llegar al punto extremo ineficiente. Vistos como proyectos particulares, evitando así desviar atención por los demás eventos particulares. Un caso frecuente es el desarrollo de la ingeniería, en el cual analizando desde los insumos hasta productos nos permite, detallar el desarrollo del diseño desde la recepción de la ingeniería básica con los documentos que la componen, el programar las fechas estimadas para inclusión y salida recursos, incluso por especialidad (proceso, arquitectura, civil-estructural, mecánicos, tuberías, eléctricos y tuberías) y por último el determinar las fechas en las que se entregarán cada uno de los planos, especificaciones, listas de materiales y volúmenes de obra, y con esto planear y controlar el desarrollo de la ingeniería. En el anexo I se presenta como ejemplo un programa detallado para los trabajos en un paro.

Por ejemplo, para un caso particular la ingeniería puede iniciar con la recepción de la ingeniería básica, el área de proceso puede revisar los diagramas de balance de flujo y los diagramas de tuberías e instrumentación, que permitirán realizar las hojas de especificación de equipo con capacidades, condiciones de operación, dimensiones y potencias de operación para motores, así como definir la filosofía de operación que determinará los instrumentos requeridos, con esto ya los diseñadores en tuberías podrán realizar y/o ajustar el arreglo de equipo e iniciar los diseños de tuberías, posteriormente isométricos hasta generar una lista de materiales mecánicos requeridos y el volumen de obra mecánico esperado, con la información de los motores los eléctricos podrán realizar su diagrama unifilar y especificar los requerimientos equipo eléctrico subestación, transformadores, tableros, com's , etc.; A su vez con el diagrama unifilar y los arreglos de equipo permitirán determinar la red de tierras y pararrayos, determinar las rutas de alimentación de fuerza y control a motores, alumbrado y finalmente generar su volumen de obra eléctrico y lista de materiales requeridos, el civil

con la información de pesos, dimensiones y arreglo de equipo podrá diseñar la cimentaciones y estructuras requeridas, fosas, trincheras, incluso con el arreglo de áreas diseñar edificios tanto en lo arquitectónico, civil, estructural, y urbanización (calles, drenajes, patios, banquetas, etc.), con la información de tuberías determinar las dimensiones y materiales de los racks, con sus respectivas volumetrías de obra. El instrumentista con la filosofía de operación y con el diagrama de tuberías e instrumentación específica, sea sistema de control distribuido o tablero, así como las hojas de especificación de instrumentos y los diagramas de lazos de control; Con los arreglos de tuberías e incluso isométricos localiza los instrumentos y diseña las rutas neumáticas y eléctricas requeridas por cada instrumento, con su respectiva lista de materiales y volumen de obra. Una interrelación importante es en cuanto al chequeo cruzado que realizan las especialidades para verificar sus diseños, rutas, niveles, etc. Que no se contrapongan; Otra en la situación administrativa en los mecanismos de revisión de planos, etc. Esto nos lleva posteriormente controles que permitan determinar el estado, avance, problemática, etc. incluso por documento para este caso.

## **PROGRAMA EROGACIONES**

Este es un tipo de programa especial, el cual tiene por objeto el difundir principalmente a las áreas contables y financieras, los requerimientos de fondos (flujo de efectivo) para las erogaciones en el transcurso de un proyecto, y aunque normalmente no es una herramienta de control, puede actualizarse y afinarse en el momento requerido de acuerdo a la información disponible. Del monto solicitado para la inversión normalmente no se requiere todo desde el primer momento y es el programa de erogaciones el que presupuesta la forma en como se usará el dinero en cada uno de sus rubros (Capital, Indirectos y Gastos) en su desarrollo. Su ventaja es en cuanto al parámetro costo, pero debe hacer perfectamente sentido con los programas de proyecto y a como se comprometerán y erogarán los recursos económicos vía órdenes de compra, órdenes de servicio, contratos, notas de cargo, etc. Por ejemplo, un equipo de acuerdo a la cotización y negociación con el proveedor, indicado como cláusulas de la orden de compra dispone como se pagará desde el anticipo para la compra de materiales e iniciar la fabricación, hasta la entrega; En construcción el contrato menciona como se realizarán los pagos al contratista de acuerdo a los avances en los trabajos; En el caso de erogaciones directas vía notas de cargo para las nóminas y gastos de viaje de personal administrativo. Puede usarse a manera de diagrama de gantt, indicando en las barras el desglose de los montos para los rubros de acuerdo a los periodos considerados: semanal, mensual, etc de acuerdo como se efectuarán los pagos, de manera tal que al totalizar verticalmente indique el requerimiento del periodo y el total de los rubros coincida con el de la inversión.





## **IV. MEDICIÓN Y CONTROL DE PROYECTO**

En el presente capítulo se planteará como parte final de la planeación e inicio del control de un proyecto, los criterios y métodos para determinar las mediciones del estado de un proyecto o parte complementaria, en su transcurso. Para poder controlar se necesita medir y para poder medir se necesita una referencia comparativa. En el control de avance mediante la referencia de un programa, permite visualizar que actividades están retrasadas y su impacto en la terminación de un proyecto de manera cualitativa, pero no de manera cuantitativa, no indica directamente avance, ni tampoco el peso entre las actividades en el caso de aquellas que involucran más impacto por su dificultad y/o requerimiento de recursos. En el caso de costo la base es el estimado de inversión plasmado en un catálogo de cuentas y su control será basado en el comparativo de éste en cada uno de sus rubros con los compromisos de pago mediante contratos, órdenes de compra, órdenes de servicio, cargos directos, etc., y erogaciones por medio de pagos (facturas) y cargos directos. De manera que se pueda medir de manera ordenada la situación económica del proyecto: Cargos realizados, montos disponibles, ahorros, sobregiros, etc. En cada uno de sus rubros hasta el global.

### **CRITERIOS DE MEDICIÓN**

En un programa, las actividades tienen en común el tiempo, incluso el hecho de tener dependencia entre ellas, pero de manera particular hay que considerar que los eventos y los recursos para que ocurra cada actividad pueden ser distintos, esto hace que cuando se pretenda medir cuantitativamente el avance de un programa se dificulte pues las bases de medición son distintas, algo así como querer sumar peras, naranjas y manzanas. Por ejemplo, una actividad de ingeniería está referenciada a recursos humanos medible en horas-hombre de la especialidad requeridas para su desarrollo, la aprobación de la inversión requiere tiempo para que un grupo de personas mediante un análisis (ventajas, desventajas, riesgos y oportunidades) tome la decisión, en el caso de la compra de una bomba va desde la recepción de cotizaciones, evaluación técnico-económica, negociación de ganador, orden de compra, diseño, aprobación de dibujos, fabricación, pruebas y embarque; En la construcción se refiere a horas-hombre en base a un volumen de obra y un rendimiento considerando tener todos los recursos materiales disponibles y casos por el estilo. Estos ejemplos llevan a plantear la necesidad de definir ciertos criterios de medición que permitan determinar un valor equivalente en cada actividad y de cada actividad respecto al total, mediante un análisis de la importancia e impacto al logro del proyecto. Con esto ya no solo será por la experiencia o pensar de una(s) persona(s), que pueda(n) decir se llegó a un 40% de avance, si no más bien un sistema mediante datos perfectamente cuantificables que determinen el avance. Al principio puede resultar un tanto más

difícil y variante, pero en base a la retroalimentación estadística en la práctica, generará una base cada vez más completa y confiable.

Es recomendable de cualquier manera el determinar la situación de manera agrupada por rubro o etapa esto es, para las actividades de ingeniería medir en base a sus criterios particulares su situación específica, para las compras otra, para la construcción otra, etc.; Y posteriormente ponderar el valor de cada grupo, rubro o etapa al total, esto ayudará a determinar que valor de un 100% tendrá la ingeniería con respecto al proyecto, las compras con respecto al proyecto, la construcción con respecto al proyecto, etc. De manera que la suma de los grupos sea 100%. Otra determinación será en cada grupo, rubro o etapa, que manifestará el porcentaje de acuerdo a la fecha de inicio y terminación, del como se estima el avance de la actividad hasta su conclusión, la ponderación de estos dos valores nos llevará a determinar para el total el avance para el periodo y de manera acumulada el avance del proyecto.

#### CRITERIOS DE AVANCE DE INGENIERÍA

En primera instancia de acuerdo a las horas-hombre determinadas en el alcance de ingeniería y a la ponderación de los requerimientos en diseños de acuerdo a las horas-hombre equivalentes por documento se determina tanto la curva de avance. En caso de no disponer de las horas-hombre por documento, se propone la siguiente tabla:

<b>ESPECIFICACIONES DE EQUIPO</b>		<b>15%</b>	
Hoja de datos	40%		6%
Memoria de cálculo	40%		6%
Edición p/ cotización	10%		1.5%
Edición c/información proveedor	10%		1.5%
<b>ESPECIFICACIONES INSTRUMENTOS</b>		<b>10%</b>	
Hoja de datos	40%		4%
Memoria de cálculo	40%		4%
Edición p/ cotización	10%		1%
Edición c/información proveedor	10%		1%
<b>PLANOS</b>		<b>50%</b>	
Croquis preliminares	10%		5%
Edición preliminar	20%		10%
Diseño terminado 1era. edición	40%	20%	
Chequeo cruzado	10%		5%
Edición para comentarios	10%		5%
Edición "0" Aprobado para construcción	10%		5%
<b>ISOMÉTRICOS</b>		<b>5%</b>	
Diseño y dibujo	70%		3.5%
Edición c/arreglos de tuberías edición "0"	30%		1.5%
<b>LISTAS DE MATERIALES Y VOLÚMENES DE OBRA</b>		<b>10%</b>	
Edición estimado de costos	20%		2%
Edición cotizaciones y concursos	50%		5%
Edición final para proveedor y constructor	30%	3%	

<b>DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS</b>		10%	
Índices de equipo, motores, líneas, instrum., etc.	20%		2%
Diagramas de Interconex. y control, interlocks, etc.	40%		4%
Típicos de instalación, estudios, espec. gales.	40%		4%

Tabla 4.1

## CRITERIOS DE AVANCE COMPRAS

<b>EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>		<b>Porcentaje de acuerdo a los montos</b>	
Requisición aprobada		5%	
Recepción de cotizaciones escritas		20%	
Concurso / Orden de compra		15%	
Diseño preliminar proveedor / dibujos		10%	
De acuerdo a avance expeditación e Inspección		50-60%	

<b>MATERIALES</b>		<b>Porcentaje de acuerdo a los montos</b>	
Requisición aprobada		5%	
Recepción de cotizaciones escritas		30%	
Concurso / Orden de compra		25%	
De acuerdo a expeditación tiempo de entrega		40%	

<b>CONSTRUCCIÓN</b>		<b>Porcentajes de acuerdo a los montos</b>	
Requisición aprobada		10%	
Recepción de propuestas		20%	
Concurso / Negociación / Contrato / Orden de servicio		40%	

Tabla 4.2

## CRITERIOS DE AVANCE CONSTRUCCIÓN

Principalmente será de acuerdo a las horas-hombre, información que puede ser calculada por las listas de materiales y los volúmenes de obra de la ingeniería o en su defecto del estimado de costos, con estos datos y con los rendimientos de trabajo que de acuerdo a la estadística se tiene por tipo de proyecto y zona. Por ejemplo en la siguiente tabla se muestran algunos rendimientos estimados:

Especialidad	Unidades rendimientos	Rendimiento
Civil	H-H/m <sup>3</sup>	50-100
Estructura	H-H/Ton	200-400
Montaje de equipo	H-H/Ton	50-120
Tuberías	H-H/m	5-10
Eléctrico	H-H/m	1-4
Instrumentación	H-H/No.inst.	15-30
Pintura	H-H/m ó m <sup>2</sup>	1-1.5
Aislamiento	H-H/m ó m <sup>2</sup>	1.5-4

Tabla 4.3

En caso de no disponer de las listas de materiales o volúmenes de obra, se pueden calcular en base al costo de la actividad, el costo unitario promedio de la gente y el impacto de la gente en la tarea, por ejemplo para una actividad montaje de tuberías en que los materiales requeridos para la mano de obra en el montaje son mínimos, de \$7,000.00 pesos con un costo promedio de la gente de \$35.00/H-H nos resulta al dividir \$7,000.00 entre \$35.00/H-H, 200 horas-hombre, el costo directo del material no interviene en estos cálculos, estos son parte de otro rubro.

## **DETERMINACIÓN DE HORAS-HOMBRE**

En un proyecto los recursos humanos requeridos y la duración de la actividad determinan uno de los parámetros principales en la medición, las horas-hombre, relación que de manera práctica determina la dimensión y con esto de manera intrínseca la complejidad de la actividad. Factor dimensional directamente proporcional al tiempo e inversamente proporcional a los recursos humanos. Una hora-hombre como su nombre lo indica es la realización en una hora de trabajo de una persona, de manera que cien horas-hombre muestran en proporción una tarea en la cual una persona tardaría cien horas en realizarla, dos personas tardarían cincuenta horas y cinco personas diez horas; En forma teórica sin considerar afectaciones por limitaciones de espacio, herramientas, especialidad, etc. De esta manera en la medida que se dificulta la realización de la actividad incrementa su valor. Esta relación resulta particularmente útil ya que permite calcular en el caso de tener un tiempo delimitado la cantidad de personas (fuerza de trabajo) requeridos para su cumplimiento o en su caso considerando un grupo de personas fijo el tiempo de ejecución de manera teórica.

Es importante mediante un análisis posterior valorar el número máximo de personas que de acuerdo a la tarea puedan participar. En los estudios de economía clásica, al estudiar los procesos de fabricación, se analizó que para una tarea el hecho de incrementar el número de recursos haría posible terminar incluso en menos tiempo al proporcional, debido al concepto de sinergia, energía adicional de grupo que de acuerdo a la integración y coordinación entre los participantes impulsaba el trabajo en hacerlo mejor y más rápido, incrementando la productividad. Pero existía un punto crítico en el cual para la misma tarea al aumentar el número de recursos disminuía la productividad al tardarse más en la realización y disminuir la calidad del producto (algo así como estorbarse). Las tareas son particulares y por sí mismas tienen sus propios beneficios y dificultades, por ejemplo, la soldadura de una tubería solo se podrá realizar directamente por una persona, en otro caso la pintura de una tubería ofrece la posibilidad de realizarse tanto por una como por varias personas, para el caso de un diseño civil permite agilizarse en cuanto más gente participe, en el caso del montaje de un equipo grande además de requerir varias personas necesita incluso la ayuda de un equipo especial como lo sería una grúa. De esta manera el análisis nos podrá ayudar en cuanto estudiar la flexibilidad

en las tareas, esto es que tanto puede beneficiar el incremento de recursos, y de esta manera vislumbrar riesgos potenciales y buscar soluciones alternativas previas, como en el caso de una tarea de configuración de un sistema de control distribuido, que por su naturaleza no permite la participación de muchas personas y que sin su operación nos sería prácticamente imposible poder arrancar la planta.

De cualquier manera las horas-hombre son un indicador que nos ayuda a dimensionar etapas del proyecto, estas medidas son usadas frecuentemente en las etapas de ingeniería y construcción. En las firmas de ingeniería existen parámetros perfectamente documentados para dimensionar una actividad, tanto en duración como en los recursos requeridos, cada documento, especificación o plano, por tipo y especialidad tiene asociada una cantidad de horas-hombre, esto hace que de manera relativamente rápida de acuerdo a las áreas, número de especificaciones, número de planos, detalle de la ingeniería, etc. Permita dimensionar toda la ingeniería e incluso compararla con otros desarrollos del tipo, no tendrá el mismo impacto una ingeniería de 50,000 H-H a otra de 200,000 H-H, de manera estratégica permitirá determinar el número de recursos requeridos, la especialidad, como se irán integrando al proyecto, etc. De manera similar la construcción cuenta con parámetros similares que de acuerdo a la actividad permite prorratear las horas-hombre y en base a los rendimientos estándar para la actividad equivalente, puede cuantificar las horas-hombre estimadas para cada actividad, así las mismas de manera global que permitan comparar la dimensión contra otros proyectos.

## **CURVA DE AVANCE**

Es una representación gráfica de la forma en como se estima lograr el avance para un proyecto, cuya referencia son en las ordenadas el medidor de avance, como lo son las horas-hombre, valores de acuerdo a los criterios de avance ó porcentaje, y en las abscisas el tiempo. Normalmente graficado a manera lineal, relacionando para cada periodo el valor estimado y con esto el avance hasta la totalidad. La referencia base para realizar esta curva son los criterios de avance ya que por medio de ellos se determina el medición tanto en el estimado como del real.

La curva de avance resulta un importante herramienta por su facilidad de interpretación, así como ver los resultados previos, estado actual, y proyectar expectativas a futuro. Se pueden generar curvas de avance para cada una de las etapas de un proyecto, de acuerdo a los requerimientos de control, así como una global de proyecto como la mostrada en la figura 2.5. En esta figura de acuerdo a los criterios medición considerados en la parte de arriba, en el peso y de manera horizontal expectativa de avance por actividad, nos permite generar la tabla de datos para realizar la gráfica, el peso se

determina en revisión con el gerente de proyecto ponderando los criterios particulares en base a los montos y volúmenes de proyecto por etapa, así como su complejidad e impacto al proyecto. La suma de los pesos de las actividades debe ser 100 por ciento. Los valores horizontales de la actividad resultan de la curva particular de avance de acuerdo a sus criterios de medición y de como se estiman lograr los avances en los periodos, de igual manera deben sumar 100 por ciento. Como se observa son valores adimensionales representados en por ciento, esto ayuda a lograr una ponderación de valores global.

El avance mensual de cada actividad se calcula multiplicando el valor del periodo por el peso de la actividad, por ejemplo para obra civil en Noviembre se multiplicaría 60 por 5 entre 100 resultando 3, sumando los valores resultantes para las actividades programadas en el periodo nos da el avance mensual, en este caso 20. Si se acumula desde el primer periodo hasta el último cada uno de los valores de avance mensual resultará en el último periodo 100. Graficando estos datos generará la curva de avance estimado. De esta misma manera se puede calcular de acuerdo a los valores reales y los criterios de medición, los datos que permitirán trazar la segunda curva más gruesa, en este caso analizada (corte de programa) hasta el periodo de octubre, determina el avance acumulado real. Trazando líneas en la horizontal hacia el eje de las ordenadas llevará a determinar la diferencia en porcentaje, si se traza una línea entre las curvas de manera horizontal, tocando el último valor de la curva acumulada real y proyectándolas al eje de las abscisas nos permitirá vislumbrar la diferencia en tiempo (adelantos o retrasos). Para este caso en octubre se tiene un avance del periodo de 21.6 real contra 24 estimado, indicando de entrada un retraso al pronóstico del periodo, comparando acumulados se tiene un 32.5 real contra 33.5 estimado, mostrando que no solo se tiene un retraso en el periodo sino en el avance global del proyecto. Si se comparan los datos del periodo de Septiembre contra Octubre, se observa que el retraso es de acuerdo al periodo de Octubre, ya que en Septiembre se tenía una diferencia positiva de 1.4 indicando que se tenía un adelanto al estimado, se detecta como principal causa el valor de 16 en la actividad de fabricación de equipos. Para este caso resulta de vital importancia analizar tanto en la red como en el programa detallado esta actividad, verificando si la actividad o actividades de la fabricación de equipo son críticas, estudiar a que se debió el retraso, determinar el impacto en tiempo y proponer soluciones alternativas.

En el caso de paquetes como el Microsoft Project, calculan el avance tanto global como de los grupos de actividades representados por la hamaca o actividad resumen, de acuerdo a los avances individuales alimentados, el paquete por default pondera los valores de acuerdo a la duración de la actividad y los recursos asignados. Pero es importante verificar si esta forma representa de manera clara y confiable los valores. Para este caso incluso se necesitan determinar como se menciono en

este capítulo en los criterios de medición, referencias para que cada valor alimentado en las actividades, o sea, evitar decir se tiene un 40% de avance por que así me suena.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
H-H	830	948	942	948	2144	2144	2144	3812	3812	2711	40541	13387	6477	15281	15520	16579	17673	21547	14512	11821	2095	2065
Acum.	830	1778	2720	3668	5812	7956	10100	13912	17724	20435	20194	49581	64958	81338	96858	112890	130563	152130	166642	178504	180599	182564

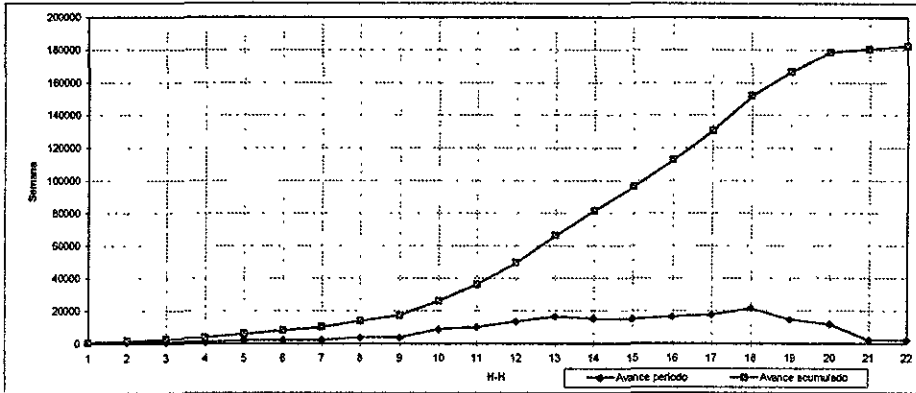


Figura 4.1

## CURVAS DE FUERZA DE TRABAJO

Estas gráficas son representaciones de los requerimientos de recursos humanos por periodo, usadas en ingeniería y principalmente en construcción, normalmente del tipo barras referenciado en las ordenadas por la cantidad de gentes y en las abscisas el tiempo. Útil para dimensionar en principio el volumen de recursos requeridos en los periodos y picos máximos y mínimos de los mismos, permitiendo planear estrategias, prioridades, turnos y balancear las curvas ajustando los programas para aprovechar el mínimo recursos, evitando al máximo diferencias grandes entre los picos máximos y mínimos. Pueden presentarse de manera global como particular en el caso de las especialidades, compañías, grupos, etc. Sus fuentes de información pueden ser las mismas firmas de ingeniería, contratistas, etc. De acuerdo a su programa y plan de recursos, o calcularse de acuerdo al programa particular de actividades de la etapa y las horas-hombre.

Esta gráfica es el resultado de un análisis de las actividades de la etapa, en cuanto a recursos requeridos, puede determinarse en base al programa detallado de la etapa sumando en los periodos los recursos por actividad para el periodo y graficando de manera directa para cada periodo el número de recursos resultante, como se muestra en la figura 4.2. En caso de no disponer de los datos de recursos humanos, se puede estimar con las horas-hombre de la actividad, con las horas por



turno y turnos por periodo, se pueden calcular, por ejemplo para una actividad de 350 horas-hombre, con un turno de 8 horas y 5 turnos por semana,  $350 \div (8 \times 5) = 8.75$  lo cual se aproxima a 9 gentes. En caso de no disponer de las horas-hombre de la actividad se puede aproximar, como se planteó en los criterios de medición, en base al costo de la actividad, el costo unitario promedio de la gente y el impacto de la gente en la tarea.

Los periodos mínimos deben ser acordes al nivel mínimo utilizado en los programas, pero para el análisis es importante considerar los periodos mínimos de tiempo de entrada y salida de personas, por ejemplo en un programa de paro de planta en el cual se dispone para terminar en 3 días, los periodos mínimos serán en horas o turnos, lógicamente la gente no se integrarán a los trabajos en horas (en la hora 5 entrarán 7 en la hora 10 saldrán 4), si no más bien de manera permanente para el paro o de acuerdo a los turnos. En la practica la compañía PINSA tendrá una fuerza de trabajo estimada para el paro de 1 sobrestante, 10 tuberos, 5 soldadores, 20 ayudantes, 1 supervisores, 1 seguridad y 1 almacenista; Por turno, en dos turnos de 24 horas cada uno, para lo cual de acuerdo a los requerimientos estimados en la curva de fuerza de trabajo se comparan las horas-hombre resultantes de la fuerza de trabajo de la compañía y se verifica que se cumplen los requerimientos, la fuerza de trabajo del proveedor debe ser generalmente mayor a la estimada en los periodos.

En el caso de compañías contratistas y firmas de ingeniería que puedan participar en varios proyectos a la vez, resulta de gran valor el aprovechamiento de sus recursos en los distintos desarrollos, pensando en que la gente por minuto le esta costando. Por lo que se busca evitar al máximo tener sobra o falta de personal, considerando por un lado, que se requiere tiempo para seleccionar especialistas con tendencia a retrasos y por otro la pérdida de ganancias. En el desarrollo de una construcción o ingeniería de detalle el planear como se integrarán las especialidades, los requerimientos básicos de gentes y estrategias de acuerdo a las necesidades del cliente, son la base para generar una curva confiable de fuerza de trabajo.



## CONTROL DE AVANCE DE PROYECTO

En el normal de los casos, paso siguiente de contar con la referencia base, mediante la planeación, se inicia el proceso control de avance de proyecto, tanto parcial en sus etapas como de manera global. El control es el mecanismo por medio del cual se medirá el avance real y que nos permitirá comparar contra la referencia, determinar si se va bien o mal y lo más importante tomar acciones correctivas oportunas en la causa de la desviación. La parte medular esta en tener de manera oportuna la información reportada del avance real y ser perfectamente compatible al nivel y a los criterios usados, comparar manzanas con manzanas.

Desde que un proyecto inicia requiere un proceso dinámico de planeación y control, a la vez que se avanza en desarrollar la planeación de las siguientes etapas y global del proyecto, por eso es recomendable idear mecanismos de control sencillos y dinámicos que no lleven mucho tiempo ni en procesar, ni en detectar desviaciones.

Los criterios de medición son la base del control, por ejemplo, para el caso de la ingeniería se pueden plantear varios tipos de control:

1) Si los criterios son de acuerdo a las horas-hombre, la medición del avance real será por medio de la asistencia por especialidad, para una curva de fuerza de trabajo que considere 15 especialistas en el área eléctrica al día, el avance se medirá de acuerdo a número real de asistencia de la especialidad, 18 personas por un turno de 8 horas resulta 144 horas-hombre.

2) Si se considera de acuerdo a los documentos generados, el control será de acuerdo a las fechas estimadas en el programa de actividades y basta que el documento cumpla con el criterio para lograr el avance parcial de acuerdo a la tabla de criterios mostrada cuando se planearon los criterios de medición.

En una ingeniería en que se especificarán 10 equipos, una especificación de equipo que ya se editó para cotización tendrá un 90% de avance parcial, representando un  $90\%/10=9\%$  del total de la especificaciones de equipo y un  $9\% \times 15\%/100=1.35\%$  del total del proyecto. La suma de los avances parciales será el avance total.

Incluso se pueden plantear mecanismos que permitan usar ambos controles, obteniendo dos avances uno de acuerdo a gente y otro de acuerdo al avance por documento, esto permitirá al comparar medir entre otras cosas, el grado de eficiencia de la gente en el desarrollo de la ingeniería.

A continuación se presentan algunas tablas, como propuesta para el control de avance de algunas de las etapas de proyecto:

Para ingeniería de acuerdo a avance por documentos:

#### CONTROL DE AVANCE DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

Nº	TAG.	DESCRIPCION	HOJAS DE DATOS	MEMORIA DE CALCULO	EDICION PARA COTIZACION	EDICION CON INFORM. PROVEEDOR	% AVANCE INDIVIDUAL	% AVANCE TOTAL	
1	A-01	AGITADOR DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
2	A-02	AGITADOR DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
3	A-03	AGITADOR DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
4	A-04	AGITADOR DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
5	A-05	AGITADOR DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
6	BA-01A	BOMBA DE ALIM A F-01	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
7	BA-01B	BOMBA DE ALIM A F-01	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
8	BA-02A	BOMBA DE ALIM A TP-08	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
9	BA-02B	BOMBA DE ALIM A TP-08	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
10	BA-03A	BOMBA DE ALIM A F-02	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
11	BA-03B	BOMBA DE ALIM A F-02	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
12	BA-04A	BOMBA DE FILTRADO	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
13	BA-04B	BOMBA DE FILTRADO	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
14	BA-05A	BOMBA DE PROD A PIPAS	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
15	BA-05B	BOMBA DE PROD A PIPAS	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
16	FC-01A	FILTRO CANASTA DE PAB	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
17	G-01	GUSANO TRANS DE LODOS	OK				1	40.00%	1.21%
18	G-02	GUSANO DIST DE LODOS A YAG	OK				1	40.00%	1.21%
19	G-03	GUSANO TRANS DE PAB A G-05	OK				1	40.00%	1.21%
20	L-01	ELEVADOR DE SIM 40	OK				1	40.00%	1.21%
21	L-02	ELEVADOR DE SIM 51	OK				1	40.00%	1.21%
22	TP-01	TANQUE DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
23	TP-02	TANQUE DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
24	TP-03	TANQUE DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
25	TP-04	TANQUE DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
26	TP-05	TANQUE DE LAZ	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
							0	0.00%	0.00%
27	S/N	SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
							0	0.00%	0.00%
28	S/N	CCM 1	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
29	S/N	CCM 2	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
30	S/N	CCM 3	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
31	S/N	CCM 4	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
32	S/N	TABLERO DE DISTRIBUCION 480 V	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%
33	S/N	TRANSFORMADOR	OK	OK	OK		1	90.00%	2.73%

33

82.42%

Tabla 4.4

**CONTROL DE AVANCE DE ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS**

No.	TAG.	DESCRIPCION	HOJAS DE DATOS	MEMORIA DE CALCULO	EDICION PARA COTIZACION	EDICION CON INFORM. PROVEEDOR	% AVANCE INDIVIDUAL	% AVANCE TOTAL
1	FEFT-TP-11-01	MEDIDOR DE FLUJO MÁSICO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
2	FEFT-DP-01-02	MEDIDOR DE FLUJO MÁSICO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
3	FEFT-DP-02-02	MEDIDOR DE FLUJO MÁSICO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
4	FEFT-TP-05-01	MEDIDOR DE FLUJO MÁSICO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
5	FV-TA-02-01	VÁLVULA DE CONTROL	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
6	FV-TA-03-01	VÁLVULA DE CONTROL	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
7	TV-TA-04-01	VÁLVULA DE CONTROL	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
8	TT-TP-02-01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
9	TT-TP-03-01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
10	TT-TP-04-01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
11	TT-TP-05-01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
12	TT-TP-06-01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
13	TI-TP-01-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
14	TI-TP-02-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
15	TI-TP-03-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
16	TI-TP-04-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
17	TI-TP-05-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
18	TI-TP-06-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
19	TI-TP-07-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
20	TI-TP-13-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
21	TI-TP-08-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
22	TI-TP-09-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
23	TI-TP-10-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
24	TI-TA-16-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
25	TI-TA-28-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
26	TI-TP-10A-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
27	TI-TP-27-01	TERMÓMETRO	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
28	PI-BA-01A-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
29	PI-BA-01B-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
30	PI-BA-02A-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
31	PI-BA-02B-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
32	PI-BA-03A-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
33	PI-BA-03B-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
34	PI-BA-04A-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
35	PI-BA-04B-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
36	PI-BA-05A-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
37	PI-BA-05B-01	MANÓMETRO	OK	OK			80,00%	1,90%
38	TE-TP-01-01	BULBO DE RESISTENCIA (E TEMP)	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
39	TE-TP-02-01	BULBO DE RESISTENCIA (E TEMP)	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
40	TE-TP-03-01	BULBO DE RESISTENCIA (E TEMP)	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
41	TE-TP-04-01	BULBO DE RESISTENCIA (E TEMP)	OK	OK	OK		90,00%	2,14%
42	TE-TP-05-01	BULBO DE RESISTENCIA (E TEMP)	OK	OK	OK		90,00%	2,14%

42

87.62%

Tabla 4.5

### CONTROL DE AVANCE DE DISEÑO ISOMÉTRICOS

	No. Isométrico	Diseño	Dibujo	Primera Edición	Edición con arreglos rev."0"	% AVANCE INDIVIDUAL	% AVANCE TOTAL	Observaciones
1	LAZ-I-101-001	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
2	LAZ-I-101-002	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
3	LAZ-I-101-003	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
4	LAZ-I-101-004	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
5	LAZ-I-101-005	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
6	LAZ-I-101-006	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
7	LAZ-I-101-007	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
8	LAZ-I-101-008	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
9	LAZ-I-101-009	OK	OK	OK		90.00%	3.46%	
10	LAZ-I-101-010	OK	OK			70.00%	2.69%	
11	LAZ-I-101-011	OK	OK			70.00%	2.69%	
12	LAZ-I-101-012	OK	OK			70.00%	2.69%	
13	LAZ-I-101-013	OK	OK			70.00%	2.69%	
14	LAZ-I-101-014	OK	OK			70.00%	2.69%	
15	LAZ-I-101-015	OK	OK			70.00%	2.69%	
16	LAZ-I-101-016	OK	OK			70.00%	2.69%	
17	LAZ-I-101-017	OK	OK			70.00%	2.69%	
18	LAZ-I-101-018	OK	OK			70.00%	2.69%	
19	LAZ-I-101-019	OK	OK			70.00%	2.69%	
20	LAZ-I-101-020	OK	OK			70.00%	2.69%	
21	LAZ-I-101-021	OK				50.00%	1.92%	
22	LAZ-I-101-022	OK				50.00%	1.92%	
23	LAZ-I-101-023	OK				50.00%	1.92%	
24	LAZ-I-101-024	OK				50.00%	1.92%	
25	LAZ-I-101-025	OK				50.00%	1.92%	
26	LAZ-I-101-025	OK				50.00%	1.92%	

26

72.31%

Tabla 4.6

## AVANCE DE LISTAS DE MATERIALES Y VOLUMENES DE OBRA

	PESO IND.	PESO TIPO	AVANCE	AVANCE PROM.
VOLUMEN DE OBRA CIVIL	50.00%	20.00%	100.00%	10.00%
VOLUMEN DE OBRA ESTRUCTURA	50.00%		100.00%	10.00%
LISTA DE MATERIALES MECÁNICOS AC AL CARBÓN	25.00%	40.00%	80.00%	8.00%
LISTA DE MATERIALES MECÁNICOS ACERO INOX	20.00%		80.00%	6.40%
LISTA DE ACCESORIOS ESPECIALES MECÁNICOS	25.00%		25.00%	2.50%
VOLUMEN DE OBRA MECÁNICO	30.00%		30.00%	3.60%
LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS TIERRAS	10.00%	30.00%	100.00%	3.00%
LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS ALTA TENSIÓN	20.00%		50.00%	3.00%
LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS FUERZA Y CONTROL	20.00%		70.00%	4.20%
LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS ALUMBRADO	20.00%		40.00%	2.40%
LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS PARARRAYOS	10.00%		20.00%	0.60%
VOLUMEN DE OBRA ELÉCTRICO	20.00%		20.00%	1.20%
LISTA DE MATERIALES MECÁNICOS PARA INSTRUMENTOS	30.00%	10.00%	20.00%	0.60%
LISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS PARA INSTRUMENTOS	30.00%		20.00%	0.60%
VOLUMEN DE OBRA INSTRUMENTACIÓN	40.00%		20.00%	0.80%
			100.00%	56.90%

## AVANCE DE DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

	% P.IND.	% PESO	% INDIV.	% TOTAL
INDICE DE EQUIPO	20.00%	20.00%	90.00%	3.60%
LISTA DE MOTORES	20.00%		90.00%	3.60%
INDICE DE LINEAS	20.00%		90.00%	3.60%
INDICE DE INSTRUMENTOS	20.00%		90.00%	3.60%
SUMARIO DE INSTRUMENTOS	20.00%		90.00%	3.60%
DIAGRAMAS DE LAZOS	50.00%	40.00%	72.00%	14.40%
DIAGRAMAS LOGICOS	50.00%		56.00%	11.20%
BASES DE DISEÑO	20.00%	40.00%	90.00%	7.20%
TÍPICOS DE INSTALACION	20.00%		40.00%	3.20%
ESTUDIOS ESPECIALES	20.00%		100.00%	8.00%
ESPECIFICACIONES	20.00%		100.00%	8.00%
ESTANDARES	20.00%		100.00%	8.00%
			100.00%	78.00%

Tabla 4.7

Para compras se puede usar uno similar que el de ingeniería para especificaciones de equipo con las etapas principales de compra: Requisición, recepción de cotizaciones, concurso, orden de compra,

diseño preliminar proveedor, dibujos a revisión, dibujos certificados, compra matls.eq., fabricación, pruebas y embarque; En el cual de manera similar con los criterios de medición de pondera avance.

Control propuesto para construcción en base a horas-hombre:

1996

	DIA	CÍA 1 CIVIL	CÍA 2 ESTRUCT	CÍA 3 TUBERIAS	CÍA 4 TUBERIAS	CÍA 5 ELECTRICO	CÍA 6 INSTRUM.	CÍA 7 CONST	CÍA 8 CALDERA	TOTAL	FUERZA TRABAJO
SEPTIEMBRE	1	13	7	48	12	15	8	1	4	108	108
	2	26	25	72	17	18	10	8	10	186	186
	3	28	25	76	20	19	10	13	11	202	202
	4	59	25	79	19	18	10	12	10	232	232
	5	10	25	81	18	19	10	13	11	187	187
	6	34	25	84	20	19	10	13	10	215	215
	7	32	25	83	20	18	10	12	10	210	210
	8	0	14	39	0	17	2	7	4	83	83
	9	20	25	73	20	18	3	13	10	182	182
	10	15	25	75	19	18	2	11	11	176	176
	11	17	25	76	18	18	3	12	10	179	179
	12	17	25	51	18	18	3	12	11	155	155
	13	17	25	28	20	18	3	12	10	133	133
	14	17	25	23	3	18	3	12	10	111	111
	15	0	25	7	0	16	3	0	4	54	54
	16	0	20	10	0	18	1	0	10	59	59
	17	17	20	42	17	18	2	11	10	137	137
	18	17	20	56	17	18	2	12	10	152	152
	19	17	20	59	17	18	2	12	10	155	155
	20	14	20	63	17	18	2	11	10	155	155
	21	17	20	52	9	18	2	11	10	139	139
	22	5	15	25	0	15	2	0	4	66	66
	23	11	15	63	9	18	2	8	8	134	134
	24	11	15	57	10	18	2	9	8	130	130
	25	11	15	62	10	18	2	8	8	134	134
	26	11	15	41	10	18	2	8	8	113	113
	27	10	15	44	9	18	2	7	12	117	117
	28	10	15	15	7	18	2	8	12	87	87
	29	5	10	0	0	15	2	0	14	46	46
	30	10		20	3	18	2	7	14	74	74
TOTAL		471	581	1,504	359	530	119	263	284	4,111	4,111

Tabla 4 8

El objeto de las tablas presentadas son solo como un medio de presentación de la idea, pueden adecuarse a los requerimientos particulares.



## CONTROL DE COSTOS DE PROYECTO

Este control basado en el catálogo de cuentas de proyecto y a su vez del estimado de costos aprobado en la inversión, permite determinar el estado económico del proyecto. Su objetivo principal es registrar de manera ordenada los movimientos de costo del proyecto, que permita llevar un comparativo de los costos estimados y los reales, de tal manera que permita visualizar la situación económica, incluso a los niveles detallados y detectar desviaciones de manera oportuna. El control de costos va ligado de alguna manera con las áreas de compras y contabilidad, en la primera debido a que es aquí en donde se generan las órdenes de compra y contratos, documentos que generan un compromiso de pago a un proveedor y con contabilidad en la conciliación de los cargos realizados al proyecto.

De acuerdo a la propuesta para control de costos, se definen los siguientes conceptos:

**Autorizado.-** Al monto en pesos, dólares u otra moneda, de acuerdo a la autorización de la inversión.

**Comprometido.-** Cantidad dinero que mediante un pedido, contrato, etc. Determine un acuerdo de pago a cambio de un bien o servicio.

**Erogado.-** Cantidad de dinero que basado en un compromiso mediante cláusulas de la forma como se pagará de acuerdo al avance de los trabajos y determinado mediante la presentación de la factura del proveedor. Para pagado es un concepto similar al erogado, con la diferencia que este se aplica hasta que contabilidad registró el movimiento.

**Estimado por comprometer.-** Cantidad en principio resultante de la resta entre el autorizado y el comprometido, determinando el primer estimado para terminar. En la medida en que los compromisos de la cuenta de acuerdo al alcance se cumplen tiende a cero, dejando ver los ahorros en la misma.

**Por erogar.-** Cantidad resultante de la diferencia entre el comprometido y el erogado, esta cifra ayuda a afinar de acuerdo al programa de erogaciones el requerimiento de fondos en los periodos siguientes.

**Provisión.-** Cantidad fijada normalmente en los periodos finales de un proyecto y determina una reserva para ciertos pagos previstos y que aún no se han comprometido.

**Costo estimado final.-** Es la cifra que mediante los compromisos y la provisión permite pronosticar en la etapa final del proyecto el monto final con el que cerrará la cuenta y así determinar los ahorros y sobregiros en las cuentas y hasta el total.

Para que un control de costos funcione adecuadamente debe considerarse en el proceso administrativo puntos de validación desde la generación de requisiciones, órdenes de compra, contratos; Para el registro de los compromisos, así como en la presentación de facturas y notas de cargo, para determinar el erogado.

CONTROL DE COSTOS COMPROMISOS. PROYECTO SUBESTACIÓN							Fecha Impresión:	Dic. 1, 96
							Fecha corte:	Nov 30 96
No Requis	Orden Compra	SCTA	COD WBS	Descripción	Proveedor	\$	COMPROM	
SUB-7001	EST-001	02-526	AIA	Obra civil cimentación caseta, canalizaciones etc (69,886 62 USD -4% desc)	POT ELEC	489,638 06		
Total 02-526							489,638 06	
SUB-7001	EST-001	04-169	ABA	Interruptor de potencia (61,955 85 USD -4% desc)	POT ELEC	416,343 31		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABE	Aparatos, (7,329 60 USD -4% desc)	POT ELEC	48,254 81		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABC	Transformador de corriente (14,658.03 USD -4% desc)	POT ELEC	98,501.96		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABD	Transformador de potencia (15,034.74 USD -4% desc)	POT ELEC	101,033 45		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABE	Cuchilla desconectadora tripolar (9,854 14 USD -4% desc)	POT ELEC	66,219 82		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABF	Tablero de control y protección (30,888.28 USD -4% desc)	POT ELEC	207,636 44		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABG	Banco y cargador de baterías (6,849 54 USD -4% desc)	POT ELEC	45,028 91		
SUB-7001	EST-001	04-169	ABH	Gabinete metálico para equipo medición CFE (733 *7 USD -4% desc)	POT ELEC	4,826 90		
SUB-7001	EST-001	04-169	ACD	Asilador "Conectores" (2 451 82 USD -4% desc)	POT ELEC	16,478 23		
SUB-7001	EST-001	04-169	ACA	Sistema de tierras (5 710 24 USD -4% desc)	POT ELEC	38,372 81		
SUB-7001	EST-001	04-169	ACB	Alumbrado (7,872 64 USD -4% desc)	POT ELEC	51,560 14		
SUB-7001	EST-001	04-169	ACC	Cableado y canalización eléct. medio y protec (3 423 60 USD -4% desc)	POT ELEC	23,872 19		
SUB-7001	EST-001	04-169	ACC	Cableado entre eqs. y tablero de protec. ctrl y medic. (2 682.77 USD -4% desc)	POT ELEC	18,028 21		
SUB-7001	EST-001	04-169	AEC	Capacitación del personal de planta (2,551 23 USD -4% desc)	POT ELEC	17,144 27		
SUB-7001	EST-001	04-169	AGE	Pruebas y puesta en servicio (17,266 48 USD -4% desc)	POT ELEC	116,185 15		
SUB-7001	EST-001	04-169	AGA	Montaje, únicamente de equipo principal A.T. (9 632 51 USD -4% desc)	POT ELEC	66,788 80		
Total 04-169							1,397,353 52	
SUB-7001	EST-001	20-621	AAA	Ingeniería electromecánica (15,997 04 USD -4% desc)	POT ELEC	107,500 11		
SUB-7001	EST-001	20-621	AAA	Ingeniería civil (5,051 70 USD -4% desc)	POT ELEC	33,847 42		
SUB-9901	EST-002	20-621	AAA	Asistencia especialista e técnico para asistencia supervisión	SUP ELEC	8,775		
SUB-9903	EST-004	20-621	AAA	Revisión ingeniería de detalle civil	PI	4,500		
SUB-9900	EST-006	20-621	AAA	Adecuación ingeniería original 1996	SUP ELEC	23,334		
N C 7507	20-621	AAA	Ingeniería Subestación (N C 7507) Octubre 96			9,408		
N C 7507	20-621	AAA	Ingeniería gastos Subestación (N C 7507) Octubre 96	ING Y PROY		2,212		
N C 7667	20-621	AAA	Ingeniería Subestación (N C 7667) Noviembre 96	ING. Y PROY		6,520		
N C 7667	20-621	AAA	Ingeniería gastos Subestación (N C 7667) Noviembre 96	ING Y PROY		257		
Total 20-621							189,954	
SUB-9902	EST-005	20-653	ADA	Servicio unidad verificación, gestión ante CFE y trámites transporte	SUP ELEC	121,500		
SUB-9900	EST-006	20-653	ADA	Aprobación de Ingeniería por parte de CFE	SUP ELEC	9,534		
Total 20-653							131,034	
N C 7407	20-713	AEA	Asignación personal Depto. Admón. Mzo-Ago 96	ADMÓN		36,200		
N C 7407	20-713	AEA	Gastos de personal Depto. Admón. Mzo-Ago 96	ADMÓN		2,926		
N C 7407	20-713	AEA	Asignación personal Depto. Admón. Septiembre 96	ADMÓN		35,800		
N C 7407	20-713	AEA	Gastos de personal Depto. Admón. Septiembre 96	ADMÓN		448		
N C 7507	20-713	AEA	Asignación personal Depto. Admón. Octubre 96	ADMÓN		26,320		
N C 7507	20-713	AEA	Gastos de personal Depto. Admón. Octubre 96	ADMÓN		213		
N C 7667	20-713	AEA	Asignación personal Depto. Admón. Noviembre 96	ADMÓN		14,120		
N C 7667	20-713	AEA	Gastos de personal Depto. Admón. Noviembre 96	ADMÓN		1,894		
Total 20-713							111,721	
SUB-9903	EST-004	20-717	AEB	Asistencia a supervisión de obra civil	PI	1,800		
SUB-9941	EST-006	20-717	AEB	Supervisión de obra civil eléctrica y mecánica de proyecto	SIYCE	16,800		
Total 20-717							18,700	
SUB-9500	EST-003	30-839	AED	Flete de mobiliario de oficina	PAC	2,500		
SUB-7900	EST-007	30-839	AED	Mantenimiento de alumbrado interior de las oficinas de proyectos	SIYCE	1,870		
SUB-7901	EST-008	30-839	AED	Mano de obra, instalaciones de líneas telefónicas oficinas proyecto	SIYCE	512		
Total 30-839							4,882	
<b>TOTAL COMPROMISOS</b>							<b>2,273,282.14</b>	

Tabla 4.9

CONTROL DE COSTOS EROGACIONES Y PAGADOS. PROYECTO SUBESTACIÓN					Fecha impres.: Dic 1, 96
					Fecha corte: Nov 30 96
SCTA	DESCRIPCIÓN	COD WBS	Orden Compra	Fecha	Erogado
02-529	Inicio trabajos de obra civil 7.0% (Factura 1802)	AAA	EST-001	12/11/96	147,767
<b>Total 02-529</b>					<b>147,767</b>
04-169	Anticipo SUBESTACIÓN POT ELECT 30% (83,504.53 USD)	AB	EST-001	28/09/96	652,087
04-169	1era. amortización de anticipo (Factura 1802)	AB	EST-001	12/11/96	(72,828)
<b>Total 04-169</b>					<b>579,259</b>
20-621	Ingeniería Subestación (N.C 7507) Octubre'96	AAA	N.C. 7507	31/10/96	9,408
20-621	Ingeniería gastos Subestación (N.C. 7507) Octubre'96	AAA	N.C. 7507	31/10/96	2,212
20-621	Adecuación de ingeniería original elaborada en 1994 (Factura 1166)	AAA	EST-006	7/11/96	23,834
20-621	Asistencia especialista en la superv. de la ing. eléctrica (Factura 1168) parcial	AAA	EST-002	7/11/96	7,425
20-621	Avance de ingeniería 4 5% contra planos civiles (Factura 1802)	AAA	EST-001	12/11/96	94,993
20-621	Supervisión y revisión de ingeniería (Factura 097)	AAA	EST-004	27/11/96	3,600
<b>Total 20-621</b>					<b>141,472</b>
20-653	Gestoría para aprobación de ingeniería ante CFE (Factura 1166)	ADA	EST-006	7/11/96	9,534
20-653	1er del 30% de servicios de gestoría y unidad verificadora (Factura 1165)	ADA	EST-005	7/11/96	36,450
<b>Total 20-653</b>					<b>45,984</b>
20-713	Asignación personal Depto. Admón. Mzo-Ago 96	AEA	N.C. 7407	25/09/96	30,200
20-713	Gastos de personal Depto. Admón. Mzo-Ago 96	AEA	N.C. 7407	25/09/96	2,926
20-713	Asignación personal Depto. Admón. Septiembre 96	AEA	N.C. 7407	25/09/96	35,600
20-713	Gastos de personal Depto. Admón. Septiembre 96	AEA	N.C. 7407	25/09/96	448
20-713	Asignación personal Depto. Admón. Octubre 96	AEA	N.C. 7507	31/10/96	26,320
20-713	Gastos de personal Depto. Admón. Octubre 96	AEA	N.C. 7507	31/10/96	213
<b>Total 20-713</b>					<b>96,707</b>
20-717	Supervisión de obra civil, eléctrica y mecánica de proyecto (Factura 234)	AEB	EST-008	17/11/96	2,170
20-717	Supervisión y revisión de ingeniería (Factura 097)	AEB	EST-004	27/11/96	950
<b>Total 20-717</b>					<b>3,120</b>
30-839	Flete de equipo de oficina PAC (Factura 2118)	AED	EST-003	28/10/96	2,500
30-839	Mantenimiento de alumbrado interior oficina proyectos (Factura 230)	AED	EST-007	17/11/96	1,870
<b>Total 30-839</b>					<b>4,370</b>
					<b>1,017,679</b>

Tabla 4.10

## REPORTES

Los reportes son el medio de difusión del estado del proyecto o sus etapas, en enfoques como la situación económica y avance, en la mayoría de los casos el hecho de detectar una desviación no permite tomar una acción directa, principalmente por que no esta en nuestras manos, y es el reporte el mecanismo que permite llevar la información de la situación a las personas que pueden tomar esa decisión y acciones del rumbo a seguir. Como en un barco el vigía reporta lo que ve a lo lejos, pero la decisión de cambiar rumbo o seguir en la misma ruta será del capitán.

Los reportes deben ser claros y objetivos, pues si se llena de comentarios poco importantes ocultarán a otros que realmente requieran atención, evitando escandalizar y alarmar si no se justifica, deben estar de acuerdo al nivel de personas al que va dirigido, no se requiere el mismo detalle en el reporte que se envía a un ingeniero de proyecto como el que se entrega a un Gerente. Un ingeniero de proyecto requiere de toda la información detallada, mientras que para el Gerente solamente requiere los reportes resumidos o consolidados, para determinar de manera general la situación y los problemas, como se muestra en el siguiente reporte.

**MEMORANDUM**

**DE:** Carlos Ramírez G.

c.c.p. PPH  
MMG  
ACA  
Archivo

**PARA:** José Antonio Rodríguez L.

**FECHA:** Mayo 2, 1996

**ASUNTO:** Reporte Mensual de Avance de Proyecto

Anexo al presente, el reporte de avance correspondiente al mes de Abril del año en curso para el proyecto de referencia. Se incluyen controles soporte de avance para Ingeniería, Procuración y Construcción, con el respectivo estado y análisis de curva de avance y actividades.

sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier duda y/o aclaración al respecto

ATENTAMENTE

**RESUMEN DEL ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO**

Se tiene un retraso en el avance, de acuerdo a la base inicial del proyecto, 37.6% programado contra un 33.2% de avance real, debido principalmente a problemas de definición del proyecto (adición de equipos, cambio de estado de equipos requeridos, cambio en condiciones de operación, definición de áreas 105 ,106 y 111, definición de manejo de transporte de sólidos, etc.), esto ha traído por consecuencia una necesidad de cambio de estrategia hacia el mismo, con el objeto de cumplir con la misma fecha de terminación de proyecto.

**INGENIERIA**

Se realizó un ajuste a la curva de avance de acuerdo al cambio de estrategia y con lo cual se soportará con ingeniería a construcción (se complementarán diseños en campo, principalmente de tuberías) . Se tiene un avance de 56.94% de avance, contra 55% esperado para el mes.

Continúa.....

Se editaron 5 DTI's de las áreas de Proceso para revisión final, 4 DTI's de Servicios para revisión de Ingeniería, se terminó el chequeo cruzado de los planos de arreglo y cimentación de tanques, civiles y estructurales de edificio y rack, se editó el arreglo de equipo ajustado para el área de proceso, se editaron 21 isométricos preliminares, se editaron los diagramas unifilares para chequeo cruzado, así como los planos de fuerza y alumbrado del área de proceso. En cuanto a especificaciones de equipo se tienen: casi todas las bombas del proyecto especificadas (centrifugas, neumáticas y dosificadoras), para tanques, agitadores, filtros canasta, homogenizador, caldera y deareador están terminadas, quedando pendientes todas las de equipos de manejo de sólidos, extractores V-05 y V-06 y la bomba BA-32. En cuanto a especificaciones de instrumentos se tienen las del sistema de control distribuido (SCD), transmisores de densidad, medidores de flujo másico, válvulas de control, transmisores de nivel, transmisores de pH, bulbos de resistencia, transmisores de presión, transmisores de temperatura y termómetros. En cuanto a listas de materiales se editaron para el área de proceso, las mecánicas y eléctricas para concurso. En cuanto a documentos diversos se editaron los lazos de control y diagramas lógicos y se está en revisión los típicos de instalación de instrumentos.

#### PROCURACION

Procuración tiene un avance 66.21% contra 70.18% estimado, debido a retraso: en la compra de equipos de manejo de sólidos, compra de equipos adicionales (bombas, tanques, etc.), decisión del ganador de materiales mecánicos y obra mecánica (pedidos), así como los concursos de obra y materiales eléctricos.

Se colocaron los pedidos de las Bombas centrifugas y neumáticas; Agitadores, Tanques TP-07, TP-13, TA-16 y TA-28, homogenizador, caldera, deareador, CCM's, transformador, S.C.D., Medidores de flujo másico y transmisores de pH.

Quedando pendientes de colocar los pedidos de las bombas dosificadoras y bombas de agua, transmisores de densidad, válvulas de control, transmisores de nivel, bulbos de resistencia, transmisores de presión, transmisores de temperatura y termómetros, así como los materiales mecánicos y eléctricos.

#### CONSTRUCCION

Se tiene un avance de 5.2% contra un 14% esperado, ya que se presentaron problemas en el desmantelamiento de área existente y se detuvieron las cimentaciones de algunos tanques (por falta de confirmación de dimensiones de los tanques adquiridos en USA y su arreglo).

El avance principal de construcción está dado por el desmantelamiento de instalaciones existente, mejoramiento del terreno, nivelación del terreno, cimentaciones de tanques (7 terminadas 6 en proceso), el inicio de las zapatas del edificio y rack, así como inicio en la prefabricación de la estructura de edificio. Quedando pendientes las cimentación de filtros, losa de piso patios, drenajes, así fosa y trincheras del área 107 almacenamiento de lodos.

#### IMPACTO EN LA RUTA CRITICA

Basado en el cambio de estrategia se corrigió el impacto en la ruta crítica causado por el retraso de acuerdo al programa, en las actividades de arreglos de tuberías, isométricos, listas de materiales y concurso de materiales mecánicos, pero es importante hacer notar, que si no se toman acciones pertinentes de acuerdo al nuevo planteamiento, se corre el riesgo de no terminar en el tiempo propuesto.

Con el cambio de estrategia y analizando el volumen de trabajo en campo y taller, se realizará un análisis del impacto en recursos y tiempo, eliminando el volumen correspondiente a trabajos en taller, y con esto, dar una base para el plan de ataque de construcción.

### Reporte 4.1

Conviene anexar entre otros documentos de soporte, una copia de la curva de avance mostrando el avance (Fig. 2.5), de acuerdo al nivel de decisión de la persona a quien va dirigido, por ejemplo, si el problema es en retraso de ingeniería, la información profunda del problema debe entregarse en primera instancia a la persona que administre la ingeniería y resumen a su jefe.

## REPORTE DE AVANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

**Proyecto:** "AMPLIACIÓN TANQUES" **Fecha:** Abril 2, 1996  
**Periodo:** Marzo 1996  
**Elaboró:** Carlos Martínez V.  
**Revisó:** Rodolfo Vázquez G.

### Resumen de avance de ingeniería

	Numero Total	Avance en # doctos.	Avance Individual	Peso	Total Avance
Especificaciones de Equipo Nvos.	33 00	27 20	82 42%	15 00%	12 36%
Especificaciones de Instrumentos	42 00	36 80	87 62%	10 00%	8 76%
Planos	34 00	27 90	82 06%	50 00%	41 03%
Isométricos	26 00	18 80	72 31%	5 00%	3 62%
Listas de matis. y Vol. de Obra	15 00	8 54	56 90%	10 00%	5 69%
Doctos. complementarios	N/C	N/C	78 00%	10 00%	7 80%
<b>TOTAL</b>				<b>100 00%</b>	<b>79 26%</b>

### ACTIVIDADES PRINCIPALES:

- Se editaron las especificaciones para las bombas neumáticas, dosificadoras, agitadores, y filtros canasta para cotización
- Se editaron las especificaciones de equipo eléctrico CCM's, tablero de distribución y transformador, para cotización.
- Se editaron para cotización las especificaciones para medidores de flujo másico y válvulas de control, para cotización
- Se editaron los 3 DTI's. de las áreas 101, 102 y 103, aprobados para construcción.
- Se editó plot-plan aprobado para construcción
- Se editaron planos civiles edificio, bases bombas (con información preliminar), CCI y arreglo general de cimentaciones
- Se editaron 9 isométricos para revisión de los 26

### COMPROMISOS PROXIMOS

- Editar para cotización especificaciones de equipos de manejo de sólidos, y concluir con información proveedor las restantes.
- Editar para cotización especificaciones manómetros, y concluir con información proveedor las restantes
- Editar aprobados para construcción los planos civiles y estructurales restantes.
- Editar aprobados para construcción los planos de arreglo de equipo y los de tuberías a excepción de los detalles de soportería.

### Reporte 4.2

En control de costos se presenta una propuesta de reporte, de igual manera que el reporte de avance se recomienda adicionar al principio un resumen de la situación y de los problemas particulares más importantes detectados en el momento, adicional a los documentos presentados a continuación.

**CONTROL DE COSTOS PROYECTO "SUBESTACIÓN"  
 REPORTE CONSOLIDADO**

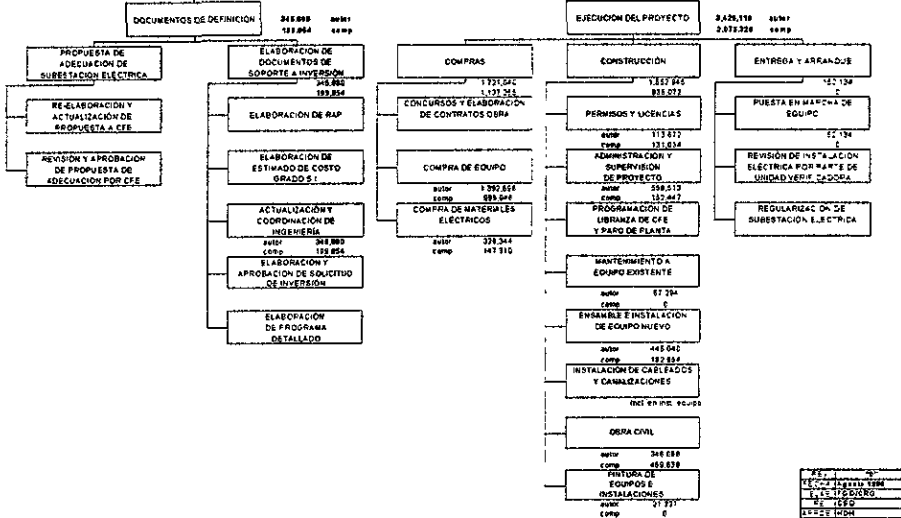
Fecha Impres: Dic. 1, 96  
 Fecha corte: Nov.30.96  
 Cierre contable: Mayo 97

Sota.	Cta.	Descripción	Presupuesto Original \$	Presupuesto Revisado \$	Comprometido \$	Erogado \$	Estimado x Comprometer \$	Provisión \$	Costo final Estimado \$	AHORRO (+) SOBREGRO (-)
02	526	Edificios Miscelaneos	288.728	288.728	536.726	147.787	0		536.729	(248.441)
04	169	Miscelaneos Unidades Paquete	2.100.440	2.100.440	1.528.404	579.299	220.000		1.748.404	355.036
04	492	Pruebas de Sistemas	74.052	74.052	0	0	74.052		74.052	0
04	843	Pintura de Equipos Tuberias y Estructuras	14.225	14.225	0	0	14,225		14,225	0
04	856	Contingencias de Capital	168.460	168.460	0	0	168.460		168.460	0
<b>TOTAL CAPITAL</b>			<b>2,648,465</b>	<b>2,648,465</b>	<b>2,065,133</b>	<b>727,026</b>	<b>476,737</b>	<b>0</b>	<b>2,541,870</b>	<b>106,595</b>
20	821	Ingeniería de Detalle	348.800	348.800	220.100	141.472	126.720		348.800	0
20	903	Asesoría Nacional	155.672	155.672	131.034	45.964	24.838		155.672	0
20	713	Administración de Proyecto	256.000	256.000	111.721	86.707	144.279		256.000	0
20	717	Supervisión de Obra	189.805	189.805	12.700	5.120	171.105		189.805	0
20	857	Contingencias de Ingresos Capitalizables	20.277	20.277	0	0	20.277		20.277	0
<b>TOTAL INDIRECTOS</b>			<b>968,634</b>	<b>968,634</b>	<b>481,615</b>	<b>286,283</b>	<b>487,019</b>	<b>0</b>	<b>968,634</b>	<b>0</b>
30	581	Desmantelamientos y Retenciones	35.562	35.562	0	0	35.562		35.562	0
30	547	Reparaciones y Modificaciones	7.112	7.112	0	0	7.112		7.112	0
30	839	Facilidades Temporales	13.414	13.414	4.882	4.370	8.532		13.414	0
30	822	Gastos de Negocio	33.795	33.795	0	0	33.795		33.795	0
40	861	Refacciones	31.731	31.731	0	0	31.731		31.731	0
40	963	Personal del negocio y soporte de arranque	26.491	26.491	0	0	26.491		26.491	0
30	858	Contingencias de gastos de indirecto	7.785	7.785	0	0	7.785		7.785	0
<b>TOTAL GASTOS</b>			<b>155,800</b>	<b>155,900</b>	<b>4.882</b>	<b>4.370</b>	<b>151,018</b>	<b>0</b>	<b>155,900</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL PROYECTO</b>			<b>3,772,999</b>	<b>3,772,999</b>	<b>2,551,631</b>	<b>1,017,679</b>	<b>1,114,774</b>	<b>0</b>	<b>3,666,404</b>	<b>106,595</b>

**PROYECTO SUBESTACIÓN  
 "MIRA ANALITICO"**

3.772.999 \$  
 2.273.242 \$

Fecha Impres: Dic. 1, 96  
 a corte: Nov.30.96



Continúa...

## WBS CONTROL SUBESTACIÓN

Rev "0"  
Fecha Sept 96

Fecha Impres.: Dic. 1, 96  
Fecha corte: Nov.30 98

CONCEPTO	CÓDIGO WBS	MONTO \$	COMPROMETIDO	SALDO	OBSERVACIONES
<b>PROYECTO SUBESTACIÓN</b>					
	<b>A</b>	<b>3,772,998</b>	<b>2,275,262</b>	<b>1,275,398</b>	
ACTUALIZACIÓN Y COORDINACIÓN DE INGENIERÍA	AA	346,880	199,954	146,926	
INGENIERÍA (Actualización, y coordinación)	AAA	346,880	199,954	146,926	
COMPRA DE EQUIPO	AB	1,392,696	989,946	402,750	
Interruptor de Potencia en SF6, 3F, 115 KV	ABA	588,560	416,343	172,217	
Aparterrayos clase estación, servicio intemp	ABB	59,544	49,255	10,289	
Transformador de corriente clasiamento	ABC	142,440	99,502	43,938	
Transformador de potencial clasiamento	ABD	164,104	101,033	63,071	
Cuchilla desconectadora 1npolar	ABE	49,424	66,220	-16,796	
Tablero de Control y Protección	ABF	189,520	207,636	-18,116	
Banco y cargador de baterías, tipo industrial	ABG	59,376	46,029	13,347	
Gabinete para medición de la CFE	ABH	26,288	4,927	21,361	
IMPREVISTOS Y CONT COSTO DIRECTO	ABI	123,440	0	123,440	
COMPRA DE MATERIALES ELÉCTRICOS	AC	328,344	147,310	181,034	
RED DE TIERRAS	ACA	74,048	38,373	35,675	
ALUMBRADO	ACB	109,632	51,560	58,072	
CABLEADO Y CANALIZACIÓN P/CONTROL	ACC	64,344	40,900	23,444	
AISLADORES Y CONECTORES	ACD	80,320	16,476	63,844	
PERMISOS Y LICENCIAS	AD	113,672	131,034	-17,362	
PERMISOS Y LICENCIAS (Gestoría en CFE)	ADA	113,672	131,034	-17,362	
ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN DE PROYECTO	AE	556,513	152,447	404,066	
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTO	AEA	256,000	111,721	144,279	
SUPERVISIÓN DE PROYECTO	AEB	189,805	18,700	171,105	
CAPACITACION	AEC	42,000	17,144	24,856	
FACILIDADES TEMPORALES	AED	20,277	4,882	15,395	
IMPREVISTOS Y CONT INDIRECTOS	AEE	48,432	0	48,432	
MANTENIMIENTO A EQUIPO EXISTENTE	AF	67,294	0	67,294	
RELOCALIZACIÓN EQUIPOS EXISTENTES	AFA	35,562	0	35,562	
REFACCIONES	AFB	31,731	0	31,731	
ENSAMBLE E INSTALACIÓN DE EQUIPO NUEVO	AG	449,040	182,954	266,086	
MONTAJE DE EQUIPO	AGA	251,528	66,789	184,739	
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	AGB	196,512	116,165	80,347	
INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y CANALIZACIONES	AH	0	0	0	
CABLEADO ENTRE EQUIPOS Y TABLEROS	AHA	0	0	0	
INSTALACION RED DE TIERRAS	AHB	0	0	0	
ALUMBRADO	AHC	0	0	0	
CABLEADO Y CANALIZACIÓN P/CONTROL	AHD	0	0	0	
AISLADORES Y CONECTORES	AHE	0	0	0	
OBRA CIVIL	AI	346,088	469,638	-347,878	
CIMENTACIONES DE EQUIPOS	AIA	57,800	469,638	-411,838	
FOSA RECOLECTORA DE ACEITE	AIB	16,168	Incluido		
CERCA PERIMETRAL	AIC	28,744	0	28,744	
CUARTO DE CONTROL	AID	162,440	Incluido		
ZANJAS, CEPAS Y REGISTROS	AIE	45,720	Incluido		
DRENAJES	AIF	35,216	0	35,216	
PINTURA DE EQUIPOS E INSTALACIONES	AIK	21,337	0	21,337	

Reporte 4.3



## V. PUESTA EN MARCHA Y ARRANQUE

En proyectos industriales, desde pequeñas plantas hasta los grandes complejos, la puesta en marcha y arranque de instalaciones, realizan o truncan un esfuerzo que inició desde la definición y diseño. Un arranque exitoso no ocurre por sí mismo, y requiere del esfuerzo de los equipos de trabajo, su coordinación y comunicación; Para lograr el objetivo. Este capítulo presentará como propuesta en esta última etapa de proyecto, la planeación y control necesarios en la etapa, desde las pruebas de sistemas permitiendo facilitar la puesta en marcha y arranque del proceso productivo, así como la entrega satisfactoria de instalaciones; Mediante un proceso administrativo, en organización de grupos de trabajo, definición de sistemas, determinación de secuencia y prioridades, documentación, plan de acción, entre otras cosas; permitiendo tener buenas expectativas de éxito.

### PLANEACIÓN EN LA PUESTA EN MARCHA Y ARRANQUE

Esta actividad inicia en la etapa final de la construcción con la prueba de sistemas, y su principal objetivo es verificar que las instalaciones están de acuerdo a los diseños de ingeniería, asegurando que se encuentran en condiciones para operar. Paso siguiente, determinar los mecanismos de entrega de instalaciones al cliente. De acuerdo a la complejidad, en ocasiones se designa a una persona encargada de dirigir las pruebas de sistemas y arranque, siendo muy importante su participación desde el diseño, facilitando esta planeación desde la concepción del diseño a través de su experiencia en montaje y operación de procesos. A continuación se presentan las etapas típicas en el proceso de planeación en las pruebas de sistemas:

- 1.- Definición de sistemas. El proyecto puede ser dividido de acuerdo al proceso en sistemas o áreas de las fase de diseño, por ejemplo, vapor, nitrógeno, agua de proceso, aire de planta, agua helada, aceite térmico, etc. así como se definió en los diagramas de flujo; O área de preparación de químicos, reacción, purificación, extrusión, servicios, almacenamiento, etc.
- 2.- Definir secuencia de arranque y verificación de sistemas. El líder de arranque puede determinar con el personal de procesos y operación, la secuencia de pruebas de los diferentes sistemas de una manera soportada. El programa de actividades debe tomar en cuenta esta secuencia. Dos o más sistemas pueden tener prioridad operacional al arranque de otros sistemas. Por ejemplo, Una línea de proceso particular puede requerir antes de probarse como sistema: aire, agua helada, aire de instrumentos y vapor; Antes de estos servicios solo puedo verificar individualmente los equipos, tuberías, motores, etc. El líder debe asegurar que la secuencia y los tiempos son adecuados para el arranque y además que la construcción lleva las mismas prioridades en la conclusión de sistemas.

- 3.- Definir criterios de arranque y verificación de sistemas. Los criterios específicos y parámetros de operación de equipos o sistemas son determinados y editados desde la fase de ingeniería del proyecto. Determinan incluso los componentes del sistema equipos, líneas de proceso, instrumentos, etc.
- 4.- Validación de criterios y concentración de documentos de los sistemas. Reunir todos los documentos soporte de los componentes del sistema, desde el diseño hasta las pruebas de aceptación como lo son: Hojas de verificación de equipo, reportes de calibración, reportes de pruebas, etc. Las hojas de verificación de equipo se componen generalmente de tres partes, perfectamente comprobables físicamente: La información de acuerdo a la especificación de diseño (diámetro de conexiones, dimensiones, material, potencia de motor, tipo de transmisión, lubricante, tipo de anclaje, requerimiento de pintura o aislamiento, etc.), la información determinada física y visualmente (correctos los diámetros de conexión, dimensiones correctas, correctos los materiales, correcta potencia, transmisión correcta, lubricante correcto, anclaje adecuado, pintura o aislamiento adecuado, nivelación, etc.) y por último las pruebas requeridas y valores determinados, garantizando estar en el rango permisible.
- 5.- Definición de la organización y sus responsabilidades. Definición del organigrama para las pruebas de sistemas y arranque, con equipos multidisciplinarios de acuerdo a la experiencia y actitudes, así como la determinación de las responsabilidades y resultados esperados. Incluye ingenieros especialistas en diseño, personal de operación, ingenieros de planta y personal de mantenimiento.

Una vez definida la organización e iniciado el proceso de pruebas de sistemas, se definirán las fechas de juntas de revisión de avance de acuerdo a los requerimientos, revisando puntos como programa, problemas, equipos entregados, cambios, etc. Todos los problemas y necesidades se plantean en las juntas, elaborando minutas con fechas de compromisos y responsables.

Es importante hacer notar que el trabajo es realizado por un tercero, contratista o constructor, al cual se deben definir perfectamente los mecanismos y alcance para entrega de sus trabajos a satisfacción del cliente. Generando un listado detallado de pendientes por sistema, para su control y seguimiento.

El programador de proyecto, con asesoría del líder de arranque puede desarrollar los programas para cada sistema de acuerdo a la prioridad. Dando seguimiento a la documentación de los paquetes de control de los sistemas ("punch list") incluyendo los hojas

de verificación (check list) de los equipos, tuberías, instrumentos, motores, etc. Así como en el seguimiento del avance (control) de las pruebas de sistemas y su documentación.

## **FASE I -TERMINACIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS PREOPERACIONALES**

La conclusión de la fase I es responsabilidad del líder de construcción / Supervisión de obra con la asistencia entre otras funciones del líder de arranque. Esto involucra las siguientes actividades:

- 1.- El llenado y seguimiento de todos los paquetes de control por sistema ("punch list") con la inspección visual de la calidad y seguridad de los equipos e instalaciones, puede controlarse por disciplinas indicando el contratista responsable del trabajo.
- 2.- Todas las actividades de construcción, en particular el detalle de los trabajos pendientes de acuerdo a los paquetes de control por sistema "punch list" a ser programados y concluidos para la terminación de los sistemas.
- 3.- El contratista es responsable de garantizar las instalaciones con la verificación y pruebas pre-operacionales. Los formatos usados para el fin pudieron ser diseñados y aprobados durante las etapas previas del proyecto, ellas pueden ser adecuadas de acuerdo a los requerimientos específicos. A continuación se presenta una lista típica de los formatos de equipo.

Lista de verificación de equipo (check list)

Reporte de pruebas de equipo (pruebas hidrostáticas)

Reporte de prueba de equipo rotatorio

Registro de prueba de tuberías

Registro de inspección de válvulas de alivio

Sellado de base equipo (grout).

Hoja de datos de alineación de transmisión a motor

Hoja de datos de verificación de motores

Hoja de verificación de motor eléctrico

Verificación cable de alta tensión

Lista de verificación y entrega de tablero de control

Hoja de verificación de instrumentos

Reporte de conclusión de instalación de instrumentos del circuito

Verificación de circuitos de trazado de tuberías (vapor/eléctrico)

Estos formatos son llenados por el contratista y verificados por la supervisión de obra. Todos los formatos llenos son concentrados en un archivo, por sistema como soporte de la entrega al cliente. Hasta este momento los equipos, instrumentos, tuberías, etc. Solamente son probados documentando como garantía dicha prueba.

Arriba se enlistaron las hojas de verificación mecánicas, tuberías, eléctricas e instrumentación. Las verificaciones en instrumentación no están limitadas a lo indicado arriba:

Todos los instrumentos pudieron ser verificados asegurando tener una identificación, la cual es registrada en fecha y firmada por el calibrador confirmando que el instrumento esta siendo calibrado.

Verificación de los circuitos asegurando que todos los componentes del circuito llegaron, materiales eléctricos y mecánicos.

Inspeccionar todas las conexiones y accesorios mecánicos, cuidando que no estén rotos, ni dañados, pues esto puede ser causa de falla instalada. Además de verificar soportería de la tubería instalada.

Todas las líneas de aire de instrumentos deben ser sopleteadas (barridas) quedando limpias para esta etapa.

Antes de terminar, verificar la identificación de los equipos, incluso puede ser fechada y firmada por la supervisión de obra y contratista.

## **FASE II -VERIFICACIÓN ESTÁTICA**

Esta fase normalmente involucra operación de los equipos y en la mayoría de los casos puede involucrar transferir fluidos por el sistema. Se verifican entre otras cosas la rotación de motores, interlocks de sistemas, permisivos, y todo los tableros de control y sistema de control distribuido; detectando y resolviendo problemas. En ocasiones se requieren modificaciones mayores, para lo que el contratista requiere de los detalles de los trabajos para la solución, es importante implementar como mecanismo de control de los cambios, avance, problemas, etc. una bitácora entre el contratista y supervisión de obra. Concluida los trabajos en esta etapa se recomienda localizar en los instrumentos y dispositivos eléctricos, tarjetas verdes indicando que ellos están siendo probados, así como comprobación eléctrica. Todos los equipos identificados en amarillo pueden estar sin señalizar.

La verificación de la instrumentación en esta fase puede incluir aunque no es limitante, lo siguiente:

Verificación del funcionamiento de los circuitos de control desde la fuente primaria hasta el elemento de control final. Esta verificación puede incluir tanto la integración, como las funciones de todos los componentes del circuito en todas las formas de operación. Incluso puede verificarse que todos los requerimientos de los instrumentos especificados y contratados, cumplen satisfactoriamente.

Los circuitos pueden probarse simulando variables de proceso a través de los elementos finales de control. Esta verificación puede incluir alarmas, interruptores, e incluso circuitos asociados; Revisando rangos de calibración, configuración de interruptores y alarmas.

Las válvulas de control pueden ser accionadas desde la estación de control, con el propósito de verificar la correcta operación de la válvula desde la condición del controlador hasta la posición de misma, incluyendo las líneas eléctricas y neumáticas.

De la misma manera cada componente es verificado, en su funcionamiento y marcado en la copia de trabajo del circuito de control, realizando incluso anotaciones con rojo con las modificaciones de campo. Después, estas correcciones se añadirán a las hojas originales de los paquetes de los sistemas.

### **FASE III -VERIFICACIÓN DINÁMICA**

La fase III normalmente involucra la participación completa del grupo de pruebas de sistemas y arranque, para un área particular. Todo el equipo es operado en automático de acuerdo a la secuencia proceso del sistema de control distribuido "pruebas en vacío", verificando su adecuado funcionamiento y corrigiendo los problemas.

El objeto de esta fase es asegurar que el sistema está listo para operar. Las identificaciones amarillas de los equipos pueden ser sustituidas por verdes indicando que su funcionamiento es adecuado y está listo para operación, las cuales deben ser firmadas de aceptación y fechadas por el cliente.

#### **FASE IV -APROBACIÓN DE SISTEMAS Y OPERACIÓN**

Completando las pruebas de sistemas pre-operacionales, el líder del arranque notifica por escrito al cliente que cada sistema esta listo para operar. El personal de operación y mantenimiento reciben las instalaciones y la responsabilidades. El resto del personal incluyendo contratistas y proveedores soportan y asesoran en esta etapa.

Los libros con los sistemas aprobados incluyendo los soportes de ingeniería, construcción y pruebas; son firmados y recibidos por el cliente. Estos libros pueden integrarse de la siguiente manera:

Acta de entrega.- Documento de registro de firmas por sistema con listados de pendientes para completa satisfacción del cliente.

Descripción del sistema.- Indicando lo que abarca y los sistemas relacionados.

Criterios de aceptación.- Criterios específicos definidos, listado de excepciones, control de sistema "punch list" concluido.

Equipo.- Lista de equipo, reportes de inspección, reportes de proveedor y sellado base (grout).

Mecánico.- Reportes de pruebas hidrostáticas, registro de radiografiado-X, soldadura certificada, hojas de válvulas de relevo, reportes de balance y curvas de bombas y ventiladores.

Eléctrico.- Hoja de verificación de tableros, reportes de resistencia del aislamiento, reporte de pruebas HI-Pot (sobretensión), información de placas de motores, hojas de verificación eléctrica, verificación de circuito de traza eléctrica, instrumentación, índice de instrumentos. circuitos de control, registro de calibración del contratista y reporte de conclusión de instalación de circuito de instrumentación.

Civil/Estructural/Arquitectónico.- Reporte de mecánica de suelo, pruebas de concreto, reporte de pilotaje. permisos, inspecciones e inspecciones a sistemas de protección contra incendio.

## **CIERRE CONTABLE**

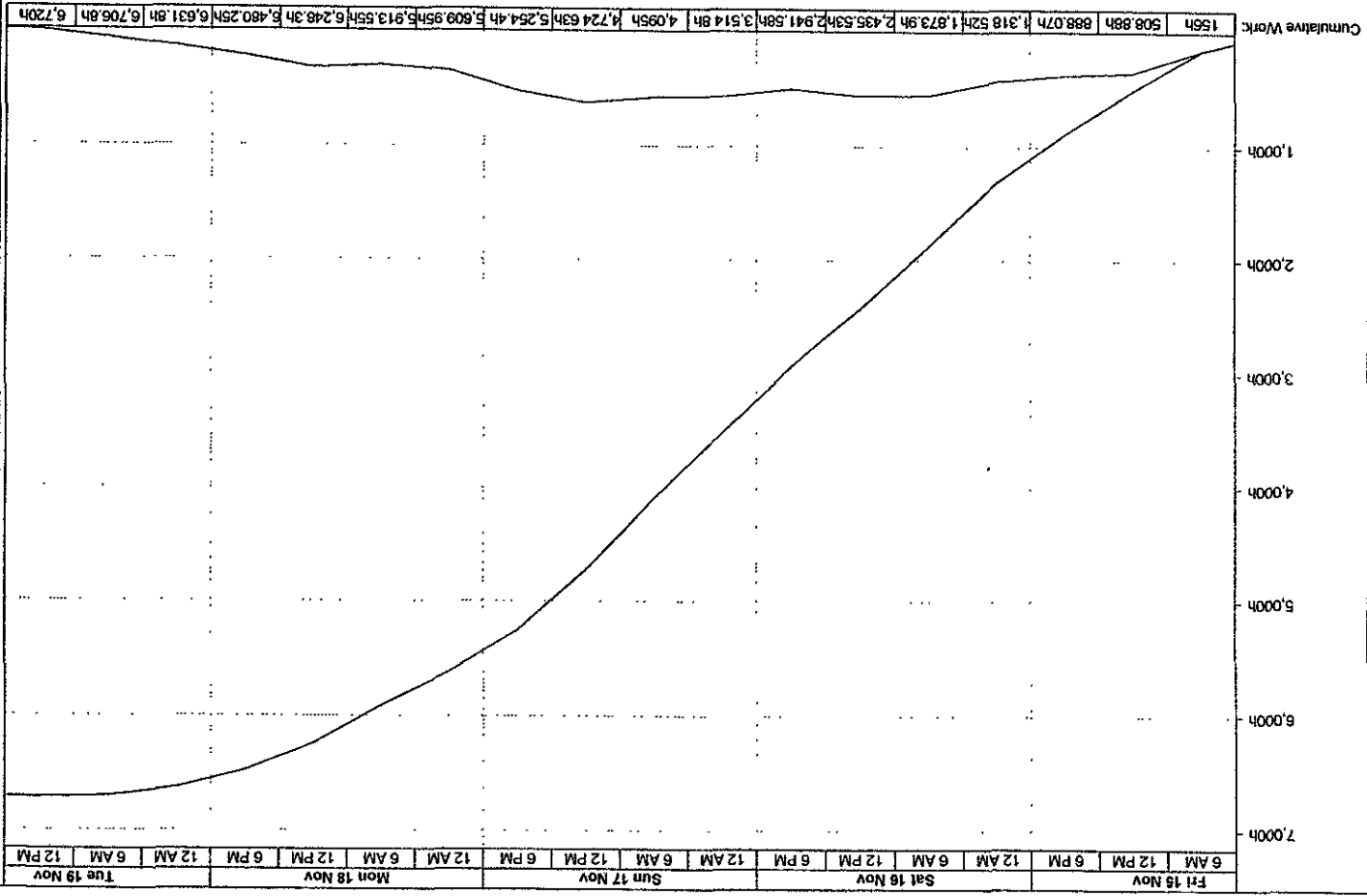
El cierre contable es la conclusión del proceso de control de costos del proyecto, normalmente termina incluso después del arranque del proceso productivo, iniciando desde el análisis de las provisiones, la conciliación de cargos con contabilidad y cierre de cuentas con números finales, asegurando la correcta aplicación de los cargos en el proyecto. Resultando de la misma montos de cierre, comparando estos datos con los aprobados en la inversión, dando un buen o mal desempeño administrativo, a menos que los cambios de alcance y sobregiros hayan sido considerados y reportados con anticipación.

Paso siguiente se editará un reporte firmado y validado, con los montos de cierre, con el desglose de todos los cargos y respectivos soportes, indicando para cada uno de los activos la parte proporcional de los indirectos aplicado, para su valor en libros de activos.

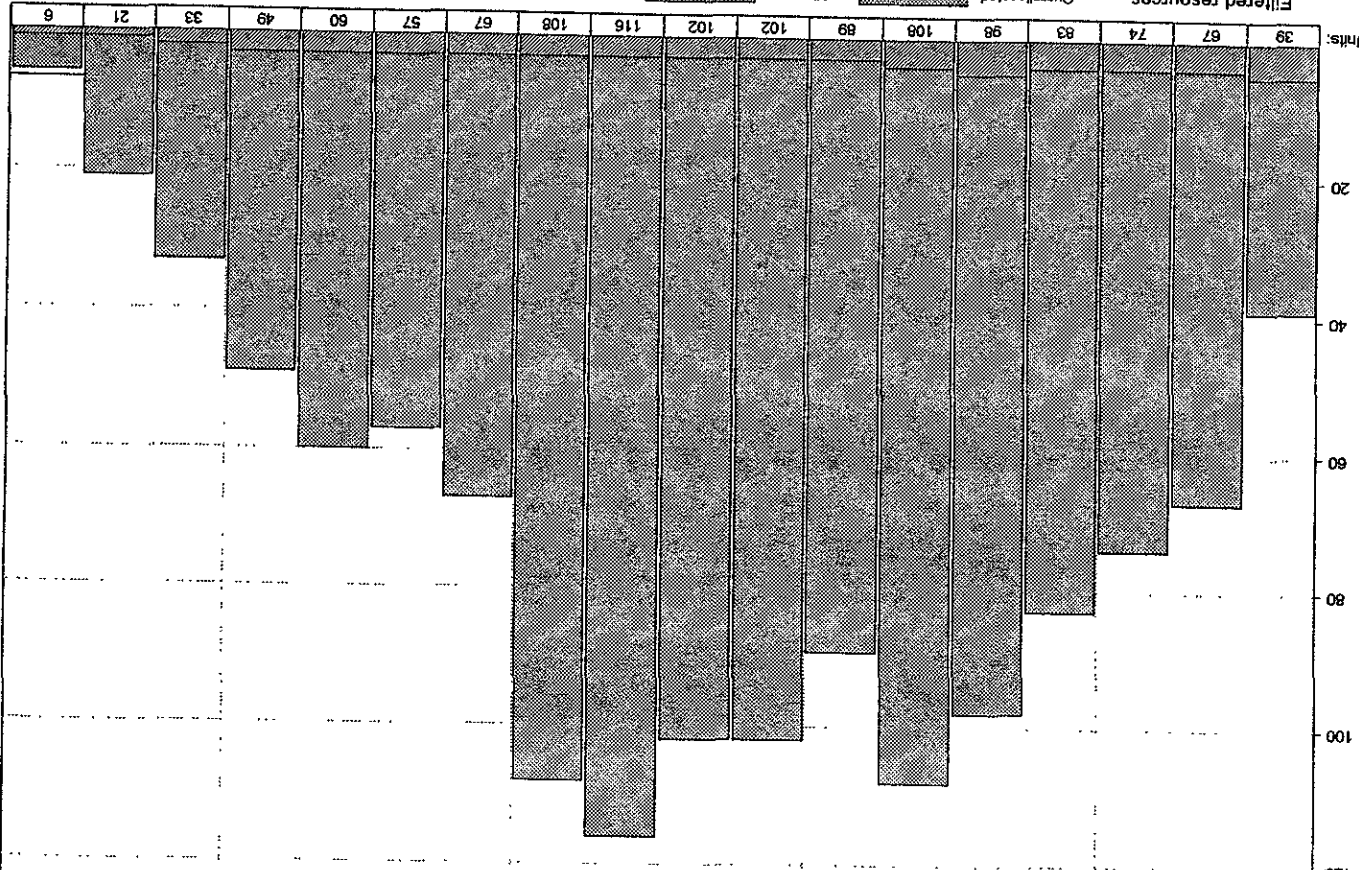
ANEXO I  
PROGRAMA DE PARO  
MICROSOFT PROJECT

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**





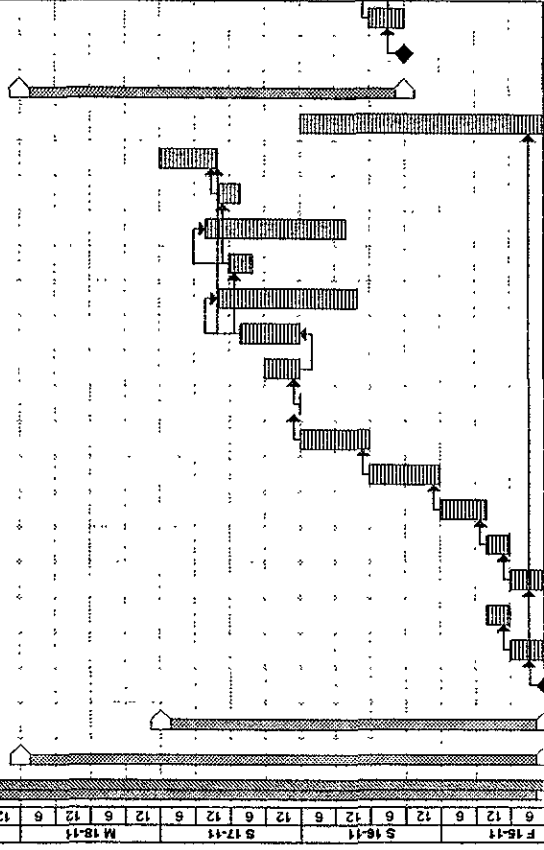
Fri 15 Nov		Sat 16 Nov		Sun 17 Nov		Mon 18 Nov		Tue 19 Nov	
6 AM	12 PM	6 AM	12 AM	6 AM	12 AM	6 AM	12 AM	6 AM	12 PM
6 PM	12 PM	6 PM	12 PM	6 PM	12 PM	6 PM	12 PM	6 AM	12 PM



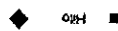


Filtered resources  
 Overall allocated.  
 Allocated.

**PROGRAMA DE PARO  
DE PLANTA**

ID	Tarea	Dur	Inicio	Término	H-H	Rsp.
1	PARO DE PLANTA	102 h	15-11-96	19-11-96	6,720 h	
2	EMBALADORA LINEA 1 Y 2	87,95 h	15-11-96	19-11-96	2,032 h	
3	LINEA 1	60 h	15-11-96	17-11-96	676 h	
4	Entrega de instalaciones línea 1	0 h	15-11-96	15-11-96	0 h	PLANTA
5	Desconexión eléctrica de báscula	4 h	15-11-96	15-11-96	4 h	PLANTA
6	Manobra para desmontar báscula existente	4 h	15-11-96	15-11-96	32 h	CONT 2(8)
7	Desconexión eléctrica del motor del reductor de transp. helicoidal existente	4 h	15-11-96	15-11-96	4 h	PLANTA
8	Desconexión de transmisión mecánica y desmontaje de motor-reductor	4 h	15-11-96	15-11-96	32 h	CONT 2(8)
9	Desmantelamiento de transportador existente	8 h	15-11-96	16-11-96	80 h	CONT 2(10)
10	Montaje, alineación e hibación transportador nuevo L1 TH-401	12 h	16-11-96	16-11-96	120 h	CONT 2(10)
11	Soportes, montaje y soldadura	10 h	16-11-96	16-11-96	100 h	CONT 2(10)
12	Corte, ajuste, soldadura y montaje	4 h	16-11-96	17-11-96	16 h	CONT 2(4)
13	Soporte de transmisión, montaje y soldadura de soporte	4 h	17-11-96	17-11-96	32 h	CONT 2(8)
14	Montaje de motor-reductor y acoplamiento de transmisión	8 h	17-11-96	17-11-96	32 h	CONT 2(4)
15	Alineación e interconexión eléctrica al motor-reductor	24 h	16-11-96	17-11-96	24 h	PLANTA
16	Manobra para acomodar transportador	4 h	17-11-96	17-11-96	24 h	CONT 2(6)
17	Manejo	24 h	16-11-96	17-11-96	24 h	PLANTA
17	Interconexión eléctrica del transportador	24 h	16-11-96	17-11-96	24 h	PLANTA
18	Sellado de descarga de alimentac al transportador helicoidal	4 h	17-11-96	17-11-96	16 h	CONT 2(4)
19	Ajustes y pruebas	6 h	17-11-96	17-11-96	36 h	CONT 2(6)
20	Actividades generales	44 h	15-11-96	17-11-96	440 h	CONT 2(10)
21	LINEA 2	64 h	15-11-96	19-11-96	676 h	
22	Entrega de instalaciones línea 2	0 h	16-11-96	16-11-96	0 h	PLANTA
23	Desconexión eléctrica de báscula	4 h	16-11-96	16-11-96	4 h	PLANTA



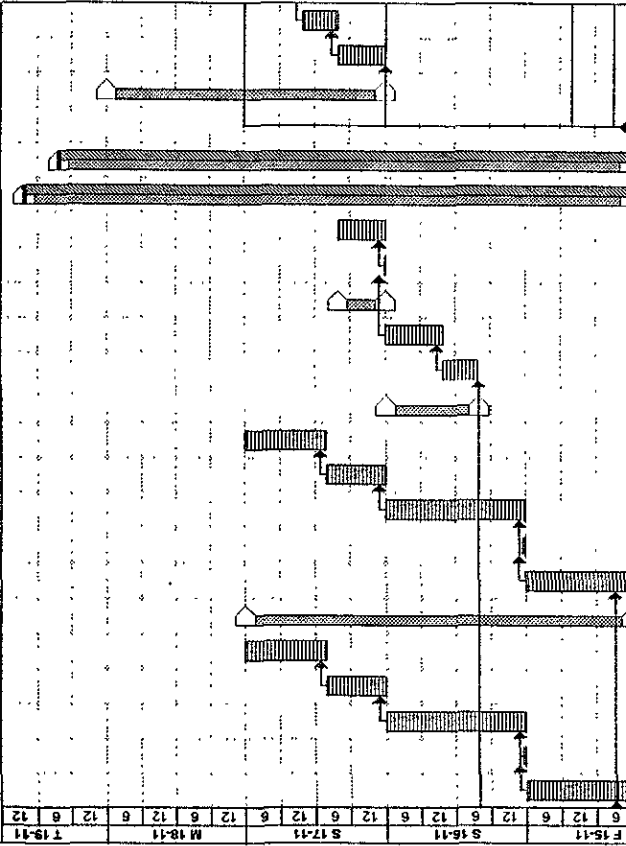
 Hamaca  
 Critica

 Tarea  
 Avance  
 H-H



# PROGRAMA DE PARO DE PLANTA

ID	Tarea	Dur	Inicio	Término	HH Resp.
47	Desmantelamiento y recuperación de cable 24"	12 h	15-11-96	15-11-96	48 h
48	Corte y bisel	8 h	15-11-96	16-11-96	16 h
49	Montaje de bridas	24 h	16-11-96	17-11-96	144 h
50	Soldadura de tubería	12 h	16-11-96	17-11-96	72 h
51	Montaje de válvulas de 24" (2)	12 h	17-11-96	17-11-96	72 h
52	Isométrico 041 Interconexión 8 y 8	62 h	16-11-96	17-11-96	352 h
53	Desmantelamiento y recuperación de cable 24"	12 h	15-11-96	15-11-96	48 h
54	Corte y bisel	8 h	15-11-96	16-11-96	16 h
55	Montaje de bridas	24 h	16-11-96	17-11-96	144 h
56	Soldadura de tubería	12 h	16-11-96	17-11-96	72 h
57	Montaje de válvulas de 24" (2)	12 h	17-11-96	17-11-96	72 h
58	Isométrico 049 Interconexión 12	12 h	16-11-96	16-11-96	36 h
59	Desmontaje de tubería existente	6 h	16-11-96	16-11-96	18 h
60	Conectar nueva unión	6 h	16-11-96	16-11-96	18 h
61	Isométrico 059 Interconexión 17	12 h	16-11-96	17-11-96	48 h
62	Desmontar tubería existente	6 h	16-11-96	17-11-96	24 h
63	Embridado de tubería nueva	6 h	17-11-96	17-11-96	24 h
64	BOQUILLAS EN EQUIPOS	102 h	16-11-96	19-11-96	3,216 h
65	LÍNEA 1	96 h	16-11-96	19-11-96	1,488 h
66	Entrega de instalaciones	0 h	15-11-96	15-11-96	0 h
67	RF4	40 h	17-11-96	18-11-96	276 h
68	Retiro de aislamiento	4 h	17-11-96	17-11-96	24 h
69	Desmontaje de tubería existente	6 h	17-11-96	17-11-96	36 h



M 18-11  
T 19-11

S 16-11

S 17-11

S 18-11

S 19-11

S 20-11

S 21-11









# PROGRAMA DE PARO DE PLANTA

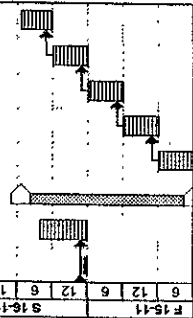
ID	Tarea	Dur	Inicio	Término	H-H Resp.
139	Aislamiento	4 h	19-11-96	19-11-96	12 h CONT 1(3)
140	<b>CONDENSADOR VERTICAL</b>	52 h	15-11-96	17-11-96	372 h
141	Retiro de aislamiento	4 h	15-11-96	15-11-96	24 h CONT 1(6)
142	Desmontaje de tubería existente	5 h	15-11-96	16-11-96	36 h CONT 1(6)
143	Corte de placa	8 h	16-11-96	16-11-96	48 h CONT 1(6)
144	Montaje de boquilla y soldadura	24 h	16-11-96	17-11-96	144 h CONT 1(6)
145	Ajuste de carrete	12 h	16-11-96	16-11-96	72 h CONT 1(6)
146	Montaje de tubería	6 h	17-11-96	17-11-96	36 h CONT 1(6)
147	Aislamiento	4 h	17-11-96	17-11-96	12 h CONT 1(3)
148	<b>CAMBIO DE VÁLVULAS</b>	32 h	15-11-96	16-11-96	248 h
149	<b>R.P.8</b>	12.5 h	15-11-96	15-11-96	66 h
150	Sustitución válvulas 6"	2 h	15-11-96	15-11-96	8 h CONT 5(4)
151	Sustitución de válvula 4"	2 h	15-11-96	15-11-96	8 h CONT 5(4)
152	Sustitución de válvulas de 2"	6.5 h	15-11-96	15-11-96	26 h CONT 5(4)
153	Sustitución de válvula de 1"	2 h	15-11-96	15-11-96	8 h CONT 5(4)
154	Sustitución de válvulas de 1/2"	1.5 h	15-11-96	15-11-96	6 h CONT 5(4)
155	<b>MB-14</b>	32 h	15-11-96	16-11-96	96 h
156	Sustitución de válvulas 4"	12 h	15-11-96	15-11-96	48 h CONT 5(4)
157	Sustitución vlv. check 4"	12 h	16-11-96	16-11-96	48 h CONT 5(4)
158	<b>MB-8</b>	12 h	15-11-96	15-11-96	48 h
159	Sustitución de válvulas 4"	6 h	15-11-96	15-11-96	24 h CONT 5(4)
160	Sustitución vlv check 4"	6 h	15-11-96	15-11-96	24 h CONT 5(4)
161	<b>MB-15</b>	12 h	15-11-96	16-11-96	48 h

F 15-11	6	12	6	12	6	12	6	12
S 16-11	6	12	6	12	6	12	6	12
S 17-11	6	12	6	12	6	12	6	12
M 18-11	6	12	6	12	6	12	6	12
T 19-11	6	12	6	12	6	12	6	12



**PROGRAMA DE PARO  
DE PLANTA**

ID	Tarea	Dur	Inicio	Término	H-H Resp.	CONT
162	Sustitución de válvulas 4"	6 h	15-11-96	16-11-96	H-H Resp.	CONT 5[4]
163	Sustitución vlv check 4"	6 h	16-11-96	16-11-96	H-H Resp.	CONT 5[4]
164	LINEA DE VAPOR	27.33 h	16-11-96	16-11-96	H-H Resp.	140 h
165	Retiro de aislamiento	4 h	15-11-96	15-11-96	H-H Resp.	CONT 6[4]
166	Desmontaje de tubería existente	5.33 h	15-11-96	15-11-96	H-H Resp.	CONT 6[9]
167	Montaje de línea nueva	10 h	15-11-96	16-11-96	H-H Resp.	CONT 6[6]
168	Prueba	4 h	16-11-96	16-11-96	H-H Resp.	CONT 6[4]
169	Aislamiento	4 h	16-11-96	16-11-96	H-H Resp.	CONT 6[4]



Tarea Avance H-H H-H Hamaca Crítica

Rev. 00  
Fecha Noviembre 5, 1996

**ANEXO II**  
**HOJAS DE VERIFICACIÓN PROPUESTAS**

PROYECTO:

**LISTADO DE CONTROL DE SISTEMA**

FECHA:	
REVISION:	

REVISION OCULAR	CHECK LIST	INSTAL INSTRUM	COMPLETO
--------------------	---------------	-------------------	----------

**EQUIPOS**

REVISION OCULAR	CHECK LIST	INSTAL INSTRUM	COMPLETO

**ISOMETRICOS**

REVISION OCULAR	CHECK LIST	INSTAL INSTRUM	COMPLETO

**INSTRUMENTOS**

REVISION OCULAR	CHECK LIST	INSTAL INSTRUM	COMPLETO

**ELECTRICO**

REVISION OCULAR	CHECK LIST	INSTAL INSTRUM	COMPLETO

**OBSERVACIONES**


PROYECTO: \_\_\_\_\_

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA RECIPIENTES**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL EQUIPO**

CAPACIDAD:
FLUIDO:
PRESIÓN:
DIAMETRO:
ALTURA:
TAPA:
FONDO:
BOQUILLAS:
RECUBRIMIENTO INTERIOR:
AISLAMIENTO:
PINTURA:

**INSPECCION VISUAL**

	SI	NO		SI	NO
DIAMETRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVELACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FONDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATERRIJAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TAPA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GROUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BAFLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AISLAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOQUILLAS*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PINTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			PLACA IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*Ver hojas anexas

**PRUEBAS**

	SI	NO
RECUBRIMIENTO INTERIOR: TIPO: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA INTERIOR: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRUEBA HIDROSTATICA: TANQUE: _____ PRESION: _____ DURACION: _____		

**OBSERVACIONES**


CIA. CONTRATISTA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

RESIDENTE: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA RECIPIENTES**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

DATOS DEL EQUIPO					
CAPACIDAD:					
FLUIDO:					
PRESIÓN:					
DIAMETRO:					
ALTURA:					
TAPA:					
FONDO:					
BOQUILLAS:					
RECUBRIMIENTO INTERIOR:					
AISLAMIENTO:					
PINTURA:					
INSPECCION VISUAL					
	SI	NO		SI	NO
DIAMETRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVELACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FONDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATERRIJAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TAPA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GROUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BAFLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AISLAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOQUILLAS*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PINTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			PLACA IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*Ver hojas anexas					
PRUEBAS					
RECUBRIMIENTO INTERIOR:			CUERPO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO: _____			FONDO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA INTERIOR: _____				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRUEBA HIDROSTATICA:					
TANQUE:					
PRESION: _____			DURACION: _____		
OBSERVACIONES					
CIA. CONTRATISTA: _____			FECHA: _____		
RESIDENTE: _____			SUPERVISOR: _____		

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA TANQUE (API)**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL EQUIPO**

CAPACIDAD:
FLUIDO:
DIAMETRO:
ALTURA:
TAPA:
FONDO:
BAFLES:
SERPENTIN:
BOQUILLAS:
RECUBRIMIENTO INTERIOR:
AISLAMIENTO:
PINTURA:

**INSPECCION VISUAL**

	SI	NO		SI	NO
DIAMETRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVELACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FONDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATERRIJAZE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TAPA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GROUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BAFLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AISLAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOQUILLAS*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PINTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			PLACA IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*Ver hojas anexas

**PRUEBAS**

		SI	NO
RECUBRIMIENTO INTERIOR:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO: _____	CUERPO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	FONDO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA INTERIOR: _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRUEBA HIDROSTATICA:			
TANQUE:			
SERPENTIN: PRESION: _____ DURACION: _____			
PRESION: _____ DURACION: _____			

**OBSERVACIONES**


CIA. CONTRATISTA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

RESIDENTE: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_





PROYECTO:

**HOJAS DE VERIFICACIÓN PARA CAMBIADORES DE CALOR**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL EQUIPO**

TIPO / PROVEEDOR:
TAMAÑO:
No. DE TUBOS:
FLUIDO CORAZA:
FLUIDO TUBOS:
MATERIALES:
CONEXION A PROCESO:
NIVELACION:

**INSPECCION VISUAL**

	SI	NO	BASE:	SI	NO
DIAMETRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVELACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DIAMETRO CONEXIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATERRIJAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GROUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			ASLAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			PINTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			PLACA IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P R U E B A S**

PRUEBA HIDROSTATICA:

PRESION: \_\_\_\_\_ DURACION: \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES**


**CUADRO DE FIRMAS**

CIA. CONTRATISTA: _____	FECHA: _____
RESIDENTE: _____	SUPERVISOR: _____

PROYECTO:

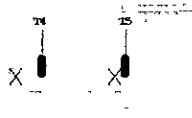
**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA BOMBAS CENTRIFUGAS**

IDENTIFICACIÓN No: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_  
 DE: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_


**DATOS DE LA BOMBA**

MARCA/PROVEEDOR	
TIPO/ MODELO / TAMAÑO	
GASTO/ CARGA DINÁMICA	
POTENCIA/ R.P.M. / VOLTAJE	
TIPO DE COPLÉ	
ESTOPERO	
TIPO DE SELLO	
TIPO DE LUBRICACION	

**INSPECCIÓN VISUAL**

<b>BASE:</b> GROUT <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ANCLAJE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ATERRIZAJE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  <b>BOMBA:</b> MARCA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO TIPO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> COPLÉ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ESTOPERO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LUBRICACIÓN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> GUARDA COPLÉ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  <b>PINTURA</b> PLACA DE IDENTIFICACION <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO POTENCIA DE MOTOR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>TUBERÍAS:</b> SUCCIÓN ALINEADA: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO SUCCIÓN SOPORTADA: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DESCARGA ALINEADA: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DESCARGA SOPORTADA: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  <b>ALINEACIÓN:</b>   LECTURA AXIAL _____ LECTURA RADIAL _____ SEPARACIÓN ENTRE FLECHAS _____
--	--

**PRUEBA EN VACÍO**

MEGUENO A MOTOR: _____ ROTACIÓN _____ AMPERAJE _____ VIBRACIÓN _____ TIEMPO FUNCIONAMIENTO. _____ TEMP LINTERNA BOMBA _____ TEMP MOTOR _____	 INICIAL _____ FINAL _____ T1 _____ T2 _____ T3 _____
--	---

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
 RESIDENTE : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA BOMBAS ROTATORIAS**

IDENTIFICACIÓN No. \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

DE: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA BOMBA**

MARCA/PROVEEDOR	
TIPO/ MODELO / TAMAÑO	
GASTO/ CARGA DINÁMICA	
POTENCIA/ R.P.M. / VOLTAJE	
TIPO DE COPLÉ	
ESTOPERO	
TIPO DE SELLO	
TIPO DE LUBRICACIÓN	
MOTOREDUCTOR	

**INSPECCIÓN VISUAL**

BASE:		SI	NO	TUBERÍAS	SI	NO
GROUT		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SUCCIÓN ALINEADA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANCLAJE		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SUCCIÓN SOPORTADA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATERRIAJE		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DESCARGA ALINEADA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				DESCARGA SOPORTADA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOMBA:		SI	NO	ALINEACIÓN:		
MARCA		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
TIPO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
COPLÉ		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
ESTOPERO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
LUBRICACIÓN		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
GUARDA COPLÉ		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
PINTURA		SI	NO	LECTURA AXIAL:	_____	
PLACA DE IDENTIFICACION		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LECTURA RADIAL:	_____	
POTENCIA DE MOTOR		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEPARACIÓN ENTRE FLECHAS:	_____	

**PRUEBA EN VACÍO**

MEGUEO A MOTOR	_____	
ROTACIÓN	_____	
AMPERAJE	_____	
VIBRACIÓN	_____	
TIEMPO FUNCIONAMIENTO	_____	
TEMP LINTERNA BOMBA	INICIAL _____ FINAL _____	
TEMP MOTOR	T1 _____ T2 _____ T3 _____	

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

RESIDENTE: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA AGITADORES**

IDENTIFICACIÓN No : \_\_\_\_\_ SERVICIO : \_\_\_\_\_

**DATOS DEL AGITADOR**

MARCA/PROVEEDOR	
TIPO/ MODELO / TAMANO	
FLUIDO / VISCOSIDAD	
DIAMETRO IMPULSOR / TIPO	
LONGITUD DE FLECHA	
POTENCIA/ R.P.M / VOLTAJE	
TIPO DE TRANSMISION	
RELACION DE VELOCIDAD	
ESTOPERO	
TIPO DE SELLO MECANICO	
TIPO DE COPLE	
TIPO DE LUBRICACION	
TIPO DE MONTAJE	

**INSPECCIÓN VISUAL**

MONTAJE:	SI	NO	ALINEACIÓN:
FIJACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LECTURA AXIAL: _____
EMPAQUE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LECTURA RADIAL _____
			SEPARACIÓN ENTRE FLECHAS _____
AGITADOR	SI	NO	OBSERVACIONES:
MARCA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
TIPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
COPLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
ESTOPERO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
LUBRICACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
REDUCTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
			_____
			_____
			_____
			_____
			_____
PINTURA	SI	NO	
PLACA DE IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
POTENCIA DE MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**PRUEBA EN VACÍO**

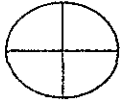
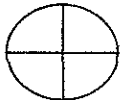
MEGUEO A MOTOR:	_____	T1	T2	T3
ROTACIÓN	_____			
AMPERAJE	_____			
VIBRACIÓN	_____			
TIEMPO FUNCIONAMIENTO.	_____			
TEMP REDUCTOR	INICIAL _____			FINAL _____
TEMP MOTOR	T1 _____	T2 _____	T3 _____	

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
RESIDENTE : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_

PROYECTO:

**CHECK LIST PARA EL COMPRESOR**

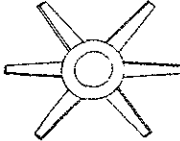
IDENTIFICACION No: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

<b>DATOS DEL COMPRESOR</b>			
MARCA			
PROVEEDOR			
MODELO			
VELOCIDAD NOMINAL			
TIPO			
TIPO DE ACOPLAMIENTO			
TIPO DE LUBRICACIÓN			
<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>			
BASE:	SI	NO	TUBERÍAS:
GROUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SUCCIÓN ALINEADA:
ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SUCCIÓN SOPORTADA:
ATERRIZAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DESCARGA ALINEADA:
COMPRESOR:	SI	NO	DESCARGA SOPORTADA:
MARCA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ALINEACIÓN
TIPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
COPLÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTÓPERO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AXIAL
LUBRICACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RADIAL
GUARDA COPLÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEPARACIÓN ENTRE FLECHAS _____
PLACA DE IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
POTENCIA DE MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>OBSERVACIONES</b>			
CONTRATISTA: _____		FECHA : _____	
RESIDENTE : _____		SUPERVISOR : _____	

PROYECTO:

HOJA DE VERIFICACIÓN VENTILADORES

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_

DATOS DEL EQUIPO			
MARCA / PROVEEDOR:		_____	
TIPO / MODELO / TAMAÑO:		_____	
NUMERO DE ASPAS:		_____	
DIAMETRO ASPAS:		_____	
CHIMENEA:		_____	
INSPECCION VISUAL			
		SI	NO
BASE:	ANCLAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ATERRIJAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BOMBA:	MARCA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	TIPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	COPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ESTOPERO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	LUBRICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	GUARDA COPLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PINTURA	PLACA DE IDENTIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	POTENCIA DE MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TUBERIAS:		SI	NO
SUCCION ALINEADA:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUCCION SOPORTADA:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DESCARGA ALINEADA:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DESCARGA SOPORTADA:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUNTA FLEXIBLE:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALINEACION:			
LECTURA AXIAL:		_____	
LECTURA RADIAL:		_____	
SEPARACION ENTRE FLECHAS:		_____	
PRUEBA EN VACIO			
MEGUEO A MOTOR: _____			
ROTACION: _____			
AMPERAJE: _____			
VIBRACION: _____			
TIEMPO FUNCIONAMIENTO: _____			
TEMP. LINTERNA BOMBA		INICIAL _____	FINAL _____
TEMP. MOTOR		T1 _____	T2 _____ T3 _____
CIA. CONTRATISTA: _____		FECHA: _____	
RESIDENTE: _____		SUPERVISOR: _____	

PROYECTO:

HOJA DE VERIFICACIÓN PARA VALVULAS DE CONTROL

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

DATOS DEL INSTRUMENTO		
TIPO:		
TAG:		
SERVICIO:		
TAMAÑO DEL CUERPO:		
TIPO DE CONEXION:		
TIPO DE ACTUADOR:		
POSICIONADOR:		
FILTRO REGULADOR:		
VALVULA SOLENOIDE:		
INTERRUPTOR DE POSICION:		
TORNILLOS/ESPARRAGO:		
SUMINISTRO ELECTRICO:		
SUMINISTRO DE AIRE:		
INSPECCIÓN VISUAL		
	SI	NO
TAMAÑO DEL CUERPO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO DE CONEXION:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO DE ACTUADOR:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POSICIONADOR:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FILTRO REGULADOR:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VALVULA SOLENOIDE:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INTERRUPTOR DE POSICION:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TORNILLOS/ESPARRAGO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUMINISTRO ELECTRICO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUMINISTRO DE AIRE:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES		
_____ _____ _____ _____		
CIA. CONTRATISTA: _____	FECHA : _____	
RESIDENTE : _____	SUPERVISOR : _____	

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA TRANSMISORES**

IDENTIFICACION No.:

LOCALIZACION:

DATOS DEL INSTRUMENTO															
TIPO:															
TAG:															
SERVICIO:															
RANGO:															
MONTAJE:															
CONEXION A PROCESO:															
TORNILLOS/ESPARRAGOS:															
EMPAQUE:															
INSTALACION ELECTRICA:															
INSPECCIÓN VISUAL															
SOPORTERIA:	<table border="1"><thead><tr><th>SI</th><th>NO</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	SI	NO												
SI	NO														
MONTAJE:															
CONEXION A PROCESO:															
TORNILLOS/ESPARRAGOS:															
EMPAQUE:															
INSTALACION ELECTRICA:															
OBSERVACIONES															
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>															
CIA. CONTRATISTA :	FECHA :														
RESIDENTE :	SUPERVISOR :														



PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CAMPO**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

DATOS DEL INSTRUMENTO		
TIPO:		
TAG:		
SERVICIO:		
RANGO:		
SOPORTERIA:		
MONTAJE:		
CONEXION A PROCESO:		
TORNILLOS/ESPARRAGOS:		
EMPAQUE:		
INSPECCION VISUAL		
	<i>SI</i>	<i>NO</i>
MONTAJE:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONEXION A PROCESO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TORNILLOS/ESPARRAGOS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EMPAQUE:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES		
CUADRO DE FIRMAS		
CIA. CONTRATISTA: _____	FECHA: _____	
RESIDENTE: _____	SUPERVISOR: _____	

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN PARA TUBERIAS**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_ ISOMETRICO: \_\_\_\_\_

DATOS DE LA LINEA	
SERVICIO:	
FLUIDO:	
DIAMETRO:	
ESPECIFICACION:	
EMPAQUE:	
TORNILLERIA:	
AISLAMIENTO:	
PINTURA:	
TRAZADO:	

INSPECCION VISUAL					
	SI	NO		SI	NO
DIAMETRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AISLAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESPECIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PINTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EMPAQUE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TRAZADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TORNILLERIA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PURGA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SOPORTERIA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTEOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INST. INSTRUMENTACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	OPERACION DE VALV.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INST. VALV. CONTROL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INSTL. ACCS. ESPEC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PRUEBAS	
LAVADO DE LINEA:	_____
PRUEBA HIDROSTATICA:	
PRESION:	_____ DURACION: _____
SOPLADO DE LINEA:	_____

POSTERIOR A PRUEBAS		
INSTALACION:	SI	NO
INSTRUMENTOS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VALVULAS DE CONTROL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES	

CIA. CONTRATISTA: _____	FECHA: _____
RESIDENTE: _____	SUPERVISOR: _____

PROYECTO:

**HOJA DE VERIFICACIÓN DE MOTORES ELECTRICOS**

IDENTIFICACION No.: \_\_\_\_\_

EQUIPO: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL MOTOR**

MARCA:	POTENCIA (H.P.):
VELOCIDAD(R.P.M.):	FRECUENCIA (Hz):
TENSION (VOLTS):	CORRIENTE (AMP.):
CLASE DE AISLAMIENTO:	ARMAZON (NEMA):
No. DE FASES:	FACTOR DE SERVICIOS/ TIPO:
MONTAJE:	DISEÑO (NEMA):
No. DE SERIE:	SENTIDO DE ROTACION:
ESTACION DE CTRL. Y/O SELECTOR:	EFICIENCIA / CLAVE:
BALERO LADO POLEA:	BALERO LADO CORTO:
FACTOR DE POTENCIA:	MODELO:

**DATOS DEL INTERRUPTOR**

MARCA:	TIPO:
Nº. DE POLOS:	MARCO:
DISPARO: (AMP):	CAP. INTERRUPTIVA (KAMP):

**DATOS DEL ARRANCADOR**

MARCA:	TAMAÑO:
CLASE:	TIPO:
No. DE CONTACTOS AUXILIARES:	METODO DE ARRANQUE:
LOC. DE LUCES PILOTO:	CALIBRE ALIMENTADOR:
TRANSF. DE CONTROL (V.A.)	LUCES PILOTO INDICADORAS:
ELEMENTOS TERMICOS No.:	IDENTIFICACION PERMANENTE DE CABLES Y FUERZA:
LOC. DE BOTONERAS:	
FUSIBLES DEL CIRCUITO DE CTL.:	
CONEXION A TIERRA DEL MOTOR:	

**INSPECCION VISUAL**

**PRUEBAS ELECTRICAS FINALES**

	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DEL MOTOR	
	SI	NO
CAJA DE CONEXIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMPERES DE DISPARO DEL INTERRUPTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TAMARO NEMA DEL ARRANCADOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NUMERO DE ELEMENTOS TERMICOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IDENTIFICACION PERMANENTE DE CABLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE CONTROL Y FUERZA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POTENCIA DEL MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LLEGADA DE TUBERIA FLEXIBLE A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAJA DE CONEXIONES DEL MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTACION DE BOTONES Y/O SELECTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTROL DEL MOTOR CON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTACION DE BOTONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SENTIDO DE ROTACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MEGGER: 500			VCDH MIN			MOHMS		
<b>RESISTENCIA DE AISLAMIENTO</b>								
L1-L2			L1-L2			L1-L2		
VOLTS L1-L2			L1-L2			V L2-L3		
AMPS L1			L1			A L3		

**CUADRO DE FIRMAS**

CIA. CONTRATISTA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

RESIDENTE: \_\_\_\_\_

SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

**ANEXO III**  
**PUBLICACIÓN API 700**

### ANEXO III

#### Lista de Verificación para el cumplimiento de las Instalaciones

PUBLICACION API 700  
SEGUNDA EDICION , SEPTIEMBRE 1981

#### Lista de Verificación para la terminación de las Instalaciones Industriales

Departamento de Refinación  
PUBLICACION API 700  
SEGUNDA EDICION , SEPTIEMBRE 1981

American Petroleum Institute  
2101 I Street, Northwest  
Washington d.c. 20037

El contenido en cualquier publicación del API no debiera ser traducido textualmente, por las implicaciones u otros modos en la manufactura, venta o compatibilidad en uso con cualquier método, aparato, o el producto protegido por patente, ni como seguro en cualquier enfrentamiento o contingencia por infringir una carta patente

La publicación API puede ser usada por cualquiera que desee hacerlo. Cada esfuerzo ha sido hecho por el instituto para asegurar la precisión y confiabilidad de los datos contenidos en ellos; sin embargo, el instituto no hace representaciones, garantías, o garantizar la congruencia con la publicación de las especificaciones del API y por éste medio expresamos desconocer cualquier responsabilidad por perdidas o daños resultados de su uso, por cualquier violación de cualquier reglamento del estado federal, o municipal con una especificación API en conflicto o por el infringir o por cualquier patente que resulte desde el uso de la especificación del API.

## CONTENIDO

### SECCIÓN 1 PROPÓSITOS

### SECCIÓN 2 DEFINICIONES

### SECCIÓN 3 PROCEDIMIENTOS GENERALES

- 3.1 Servicio de Asistencia del Fabricante o Distribuidor
- 3.2 Permísos
- 3.3 Instrucciones
- 3.4 Limpieza Preventiva de Corrosión
- 3.5 Lubricantes
- 3.6 Empaque y sellos.
- 3.7 Eliminación de soportes temporales
- 3.8 Rotación y Alineamiento
- 3.9 Conexiones de límite de batería
- 3.10 Pruebas y Fugas de Presión
- 3.11 Inspección
- 3.12 Dispositivos de Seguridad y Alivio a Presión Vacío
- 3.13 Limpieza Mecánica/ Lavado y Lavado Químico
- 3.14 Mamparas , filtros y Comales temporales
- 3.15 Purgador/Inertización
- 3.16 Secado
- 3.17 Recipientes Empacados y de Camas fijas
- 3.18 Almacenamiento
- 3.19 Mantenimiento, Partes de Repuesto, y Herramientas Especiales.
- 3.20 Estudios de Ruido

### SECCIÓN 4 - PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS

- 4.1 Recipientes
- 4.2 Cambiador de calor de coraza y tubos
- 4.3 Cambiadores enfriados por aire
- 4.4 Calentador de fuego
- 4.5 Bombas, compresores y unidad motriz.
- 4.6 Tanques
- 4.7 Sistemas de tuberías
- 4.8 Energía Eléctrica y Sistemas de Alumbrado
- 4.9 Sistemas de Instrumentación
- 4.10 Calderas
- 4.11 Plantas de Tratamiento de Agua
- 4.12 Sistemas de Agua
- 4.13 Eliminación de desechos .
- 4.14 Edificio y Accesorios.
- 4.15 Equipo Diverso(Agitadores, Mezcladoras, Filtros Rotatorios, Básculas , y Equipo de Manejo de Materiales.)

## LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA TERMINACIÓN DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES

### SECCION 1- PROPÓSITOS

Esta lista de verificación tiene la intención de asistir al Contratista y al Cliente en definir sus responsabilidades en la ejecución, separadas de asignaciones de trabajo en la planta y/o áreas, sistemas y facilidades de la planta que han sido completadas . Esto también tiene la intención de facilitar la transferencia de responsabilidad del Contratista al Cliente para los cuidados , custodia y control de la planta

Para satisfacer los requerimientos de cada relación Contratista-Cliente, Puede ser necesario por las dos partes hacer algunas revisiones a las listas de verificación negociadas entre el Contratista y Cliente, establecida la división de responsabilidades deseada.

### SECCION 2- DEFINICIONES

Sección 2 Presenta las definiciones, las cuáles de acuerdo con los procedimientos generales y específicos dados en las secciones 3 y 4 sirven para clarificar los principios ("commissioning") básicos asociados con la transferencia de responsabilidad del Contratista al Cliente en el tiempo de transferencia y entrega de instalaciones.

- (a) Precomisionamiento. Las actividades del Precomisionamiento son los ajustes no operativos y la verificación del cumplimiento de los equipos y sistemas fuera de operación, detalles en sección 3 y 4 que son hechos generalmente por el Contratista
- (b) Tiempo para el "comisionamiento". La planta o parte de ella , está "Preparada para la revisión de que" , ha sido montada en acuerdo con los dibujos , especificaciones , instrucciones ,códigos y regulaciones aplicables en el alcance autorizado por la "commissioning" para permitir la puesta en servicio y dichas las actividades fueron detalladas de la precomissioning en sección 3.

(c) "Comisionamiento". El periodo del comisionamiento es siguiente a la terminación de las actividades del precomisionamiento realizadas con el Contratista. Las actividades del "comisionamiento" están asociadas con las operaciones de los equipos o facilidades en preparaciones para el arranque de la planta y puede continuar hasta el inicio de la operación de la planta. Estas actividades son las responsabilidades del Cliente a menos que el contrato específicamente lo indique de otra forma.

- (d) Terminación de Construcción. La Terminación de construcción significa que el contratista tiene
- 1 Construida Montada la planta
  - 2 Terminado el trabajo de la "precomisionamiento"
  - 3 Terminado todas las actividades especiales de la "comisionamiento"
  - 4 Terminado el trabajo final de limpieza, pintura y aislamiento.

#### SECCION 3- PROCEDIMIENTOS GENERALES

Los procedimientos generales listados en la sección 3 resumen los trabajos para ser ejecutados por el Contratista con los procedimientos del Cliente aplicables a sistemas específicos o de equipo, que serán cubiertas por separado en Sección 4.

Para definir mas claramente la responsabilidad especifica para cada trabajo requerido, la lista de verificación puede ser usada con un código de actividades para detallar asignaciones especificas. El siguiente código es típico.

X Trabajo ejecutado    W Trabajo atestado  
R Trabajo revisado    I Trabajo inspeccionado

#### 3.1 Servicio de Asistencia por el Fabricante o Distribuidor Donde la responsabilidad no está indicada en Sección 4.

- a) Obtener la asistencia del fabricante o distribuidor, cuando sea necesario para hacer una reunión en las instalaciones de la fábrica en acuerdo con el Contratista y el Cliente.
- b) Obtener la asistencia del fabricante o distribuidor, como se requiera, para asistencia técnica para el personal de operación y mantenimiento del Cliente durante las corridas para capacitación, información, en operación y propósitos de funcionamiento.
- c) Proporcionar nombres y números telefónicos, incluyendo contactos de emergencia, de fabricantes y representantes de servicio técnico de los distribuidores para uso del Cliente

#### 3.2 Permisos

- a) Asistir al Cliente en obtener todos los permisos necesarios y certificaciones requeridas para seguridad para el Cliente para dar inicio al uso de la planta.
- b) Hacer solicitudes para todos los permisos necesarios emitidos a nombre del Cliente que son requerida para el uso de la planta, toma de posesión y operación.

#### 3.3 Instrucciones

- a) Conservar en el file las instrucciones del distribuidor adecuadamente para que la información esté lista para consultarla durante el "comisionamiento" de la planta
- b) Proveer al Cliente todas las instrucciones y dibujos aplicables del distribuidor o fabricante.
- c) Proveer al Cliente con instrucciones especiales, tales como las que requieran líneas desecado.

#### 3.4 Limpieza preventiva de corrosión

- a) Eliminación de toda la corrosión, usando aceites para proteger el equipo durante el periodo de construcción, siempre y cuando estos materiales protectores sean en detrimento de la operación.
- b) Proporcionar al Cliente con un registro de trabajos completos.

#### 3.5 Lubricantes

- a) Proveer una lista de fabricantes de lubricantes recomendados para uso en la planta.
- b) Lista de lubricantes aprobados
- c) Abastecer todos los lubricantes
- d) Sistema de limpieza e instalar carga inicial de todos los lubricantes. Disponer de todos los limpiadores de aceite en acuerdo con las instrucciones del Cliente
- e) Mantener la lubricación después de la carga inicial.

#### 3.6 Empaque y sellos.

- a) Instalar sellos mecánicos y accesorios, como se requieran
- b) Instalar empaques y accesorios permanentes, como se requieran
- c) Ajustar y reemplazar sellos mecánicos, empaques y accesorios, como sea necesario, durante el periodo del "commissioning".

#### 3.7 Eliminación de soporteria Temporal

- a) Eliminación todos los soportes temporales, apuntalamiento, u otras objetos extraños que fueron instalados en recipientes, ductos, tuberia, transformadores, maquinaria, u otros equipos para prevenir daños durante el embarque, almacenamiento, montaje y reparar a cualquier daño realizado
- b) Eliminar otras cosas como las especificadas en partidas 4.7h y 4.9a apropiadas para los tipos de equipos.

### 3.8 Rotación y Alineamiento

- a) Verificar la rotación de la máquina por la dirección correcta y libertad de movimiento de partes antes de conectar el motor.
- b) Ejecutar alineamiento fuera de operación a las tolerancias del fabricante y registrar los datos
- c) Ejecutar alineamiento en operación.
- d) Ejecutar cualquier fijación requerida
- e) Obtener los servicios de un representante de la fábrica para atestiguar la instalación del equipo, cuando se requiera.

### 3.9 Conexiones en límite de batería

- a) Preparar todo el sistema para asegurar la interconexión
- b) Obtener aprobación y hacer las interconexiones necesarias en los límites de batería, como lo requieran las especificaciones y como lo pida el Cliente.
- c) Eliminar comales, sellos de carro, y demás, como se requiera.

### 3.10 Fugas y Pruebas de Presión

- a) Notificar al Cliente del programa de pruebas de las fugas en campo o pruebas de presión en campo fuera de operación en tuberías y equipos fabricados en campo a menos de otra indicación por el Cliente.
- b) Proveer cualquier medio para hacer la prueba.
- c) Dirigir todas las pruebas en acuerdo con los códigos aplicables, especificaciones, regulaciones, e instrucciones del Cliente.
- d) Pruebas atestiguadas.
- e) Registros principales, como se requieran
- f) Disponer de todos los medios en acuerdo con las instrucciones del Cliente
- g) Dirigir todas las pruebas de ajuste para operación

NOTA: Partidas individuales de equipos de los siguientes tipos, si la prueba de presión fue en el taller del fabricante, no se requerirá reposición en el campo. Unidades especificadas por el Cliente Tal como equipo, podrán ser incluidas en las pruebas para sistemas de tuberías, siempre que sea práctico y aprobada por el Cliente.

- 1 - Recipientes
- 2 - Cambiadores de tubo y carcasa
- 3.- Cambiadores de aire

### 3.11 Inspección

- a) Suministra inspección de la planta para verificar las facilidades de montaje conforme a los diagramas de flujo, dibujos de construcción, impresos del representante, y especificaciones.
- b) Verificar que los materiales especificados han sido instalados en la planta y verifique la documentación para proporcionárselo al Cliente como lo requiera.
- c) Verifica y aprueba las inspecciones de planta, Señala cualquier excepción en un listado de trabajo por separado. (Punch List)
- d) Suministra para inspecciones especiales tales como aquellas requeridas aseguradoras o agencias gubernamentales.
- e) Realizar y reportar inspecciones de rutina del taller
- f) Realizar inspección del taller y pruebas atestiguadas, como se deseen
- g) Atestiguar inspecciones finales en taller, como se especifique

NOTA: La Inspección de equipo hecha en el taller no será hecha en el campo excepto como lo especifique el Cliente o como esta anotado específicamente en 4.1

### 3.12 Dispositivos de Seguridad y Alivio a Presión de Vacío

- a) Suministra al Cliente con una lista de ajustes específicos de presión.
- b) Transferir Dispositivos de alivio a y desde las facilidades de pruebas específicas del Cliente.
- c) Prueba y ajuste todos los dispositivos y sellos donde sea necesario y conveniente.
- d) Instale todos los dispositivos después de probarlos, ajustarlos, e identificándolos.
- e) Mantenga registros, como se requiera.

### 3.13 Limpieza Mecánica/ Lavado y Limpieza Química

- a) Excepto como se indica en 3.14, 4.4, 4.5, 4.9, 4.10, y 4.12
  - 1.-Dirigir todo el lavado, el soplado, operaciones de limpieza química y mecánicamente donde tales operaciones puedan ser realizadas sin el uso del equipo permanentemente instalado.
  - 2.-Dirige todo el lavado y soplado donde el equipo instalado permanente deberá ser usado para obtener velocidad de línea apropiada
  - 3 -Suministra cualquier medio especial para propósitos de limpieza y soplado.
  - 4 -Disponer de todos los medios en acuerdo con las instrucciones del Cliente.
- b) Dejar los sistemas al Cliente libres de basura y desechos de construcción (no necesariamente libres de escoria de soldadura)
- c) Mantener registros, como se requiera.



**3.14 Mamparas temporales, filtros, comales.**

- a) Suministrar e instalar todo todos los filtros temporales que se requieran.
- b) Limpiar Filtros, como se requieran , durante la circulación.
- c) Elimine filtros cuando el sistema esté limpio adecuadamente
- d) Suministra, instala, y elimina todos los comales requeridos para la limpieza.
- e) Suministra, instala, y elimina todo lo requerido para aislamiento.
- f) Mantener registros, como se requiera

**3.15 Purgado/Inertización**

- a) Instalar conexiones para Purga /Inertización
- b) Suministra materiales para purgador y conductos necesarios para las operaciones de la purga.
- c) Suministra materiales inertes e introducir donde se especifique

**3.16 Secado**

- a) Facilidades de Secado, como se especifica por el Cliente, para prevenir contaminación de catalizadores, materiales de operación y/o producto.
- b) Sistemas de secado , refractarios , y recubrimientos, cuando ésta operación de secado se va a realizar con facilidades temporales.
- c) Sistemas de secado , refractarios , y recubrimientos, cuando las operaciones de secado efectuado por medios de equipo instalado permanente.

**3.17 Recipientes Empacados o de Camas fijas**

- a) Instalar todos los materiales inertes tales como arena, grava, bolas, anillos y silletas.
- b) Instalar todo material , otros como los materiales especificados en las notas de la Sección 4, tales como químicos, resinas , desecantes y catalizadores.
- c) Instala todas las camas mvntas integrando la combinación de materiales cubiertos por a y b indicados arriba
- d) Inspeccionar anticipadamente los Recipientes con el propósito de asegurar que sean instalaciones adecuadas antes y durante la carga.
- e) Mantener registros, como se requiera

**3.18 Almacenamiento**

- a) Al termino de la construcción elimine el exceso de material , facilidades temporales , y andamios, limpiar aspereza, barrer el área, recoger basura. Realizar lavado de apoyo a limpieza , como se requiera
- b) Después de cumplir con la construcción , mantener prácticas adecuadas para el manejo de almacén como se requiera, para una operación segura.

**3.19 Mantenimiento, Partes de Repuesto, y Herramientas Especiales.**

- a) Después de terminar el "precomisionamiento", proteger los equipos de las condiciones normales de clima , corrosión, o daños
- b) Después de terminar la "precomisionamiento", suministrar adecuado mantenimiento al equipo, incluyendo la limpieza de filtros y la reparación de trampas de vapor.
- c) Proporcionar al Cliente una lista de partes de repuesto recomendada por el fabricante
- d) Después de terminar la "precomisionamiento", mantener adecuadamente las partes de repuesto y el suministro de ellas.

**3.20 Medición de Ruido**

- a) Manejar individualmente la medición de ruido por equipo, Como se requiera por la Administración de Salud y Seguridad del trabajo o especificaciones del Cliente.
- b) Documentar los datos del estudio.

**SECCION 4 - PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS**

En adición a la responsabilidad descrita en la Sección 3 el procedimiento detallado por debajo del bosquejo define mas allá la responsabilidad del Contratista y el Cliente por sistemas específicos y partidas de equipo.

**4.1 Recipientes**

- a) Abrir los recipientes después de instalarlos y poner en el lugar cualquier requerimiento interno e instalarlo en campo. Estos internos serán inspeccionados antes y después de la instalación.
- b) Abrir ambos internos y externos pasahombres para inspeccionar el recipiente por el Cliente, a menos que se especifique de otro modo.
- c) Inspecciones atestiguadas tantas como se deseado
- d) Secar si es requerida; recipiente abierto y materiales instalados que son designados en
- e) Cerrar después de efectuar revisión y los permisos de cierre.

**4.2 Cambiador de calor de coraza y tubos**

- a) Efectuar inspección en el campo, si es requerida, de cambiadores que anteriormente han sido inspeccionados en el taller.

**4.3 Cambiadores enfriados por aire**

- a) Inspeccionar Cambiadores para asegurar el embarque soporte temporal y los materiales de erección han sido removidos.

- b) Ajuste de montaje de ventiladores para obtener información específica de tolerancia y pruebas de operación.
- c) Verificación de operación de las persianas reguladoras de aire y operación de enlace .

#### 4.4 Calentador de fuego

- a) Efectuar la prueba de presión y eficiencia de acuerdo con los códigos y especificaciones aplicables, y las instrucciones del Cliente si las requieren.
- b) Provee todas las verificaciones preferidas fuera de operación de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Inyección de aire en líneas de combustible, para limpieza de las mismas, y conecta la tubería del quemador
- d) Verificando la operación de registros y reguladores; y verificando posición de indicadores
- e) Verificando la operación del precalentador de aire, inyector de aire y de los sopladores de hollín de los inyectores de aire
- f) Secar el refractario durante el inicio del encendido de acuerdo a los ciclos de temperatura recomendados por el fabricante.
- g) Ebullición del conducto de la salida. limpieza química, y operaciones de enjuague, como sea requerida. Evacuación de desechos y medios de limpieza de acuerdo con las instrucciones del Cliente .
- h) Obtener y cargar líquido por medio de la transferencia de calor, si se requiere .
- i) Realizar las operaciones de secando y purgando operaciones
- j) Obtener la asistencia de un ingeniero de servicio técnico durante la instalación o arranque , si lo desea.

#### 4.5 Bombas, compresores y unidad motriz

- a) Nivel de la base de la placa base, el piso y relleno ("grout") toda la superficie de los puntos de apoyo
- b) Aligerar cualquier exceso de esfuerzos de la tubería que pueda ser inpuetas a las bombas , compresores y unidades motrices
- c) Aplicar limpieza química, lubricación. aceite de sello cuando lo especifiquen . Evacuación de desechos y medios de limpieza de acuerdo con las instrucciones del Cliente.
- d) Cambiar el aceite de lubricación, aceite de sello y sistemas de enfriamiento de aceite con lavado de aceite con fines de limpieza, de acuerdo con las instrucciones del Cliente.
- e) Drenar el sistema eliminando comales y reapretando uniones, como se requiera
- f) Operar el equipo y realizar verificaciones de vibraciones, disparos, regulación y dispositivo de seguridad probando la operación y haciendo ajustes como sea requerido.
- g) Obtener la asistencia de un ingeniero de servicio técnico durante la instalación o arranque , si se desea .
- h) Reemplazar la unidad motriz y equipo
- i) Mantenga registros, como sea requerido.

#### 4.6 Tanques

- a) Después de la instalación y montaje, instale cualquier interno que requiera instalación en campo.
- b) Probar tanques e internos , como requiera Arregla las pruebas de agua de acuerdo con las instrucciones del Cliente.
- c) Dirigir limpieza química, u operaciones de enjuague, como requiera Evacuación de desechos y medios de limpieza de acuerdo con las instrucciones del Cliente.
- d) Pruebas atestigüadas e inspecciones como se requiere o sea deseado .
- e) Cerrar después de efectuar los permisos de cierre.

#### 4.7 Sistemas de tuberías

- a) Avisar al Cliente del programa de pruebas
- b) Pruebas hidrostáticas y neumáticas a toda la tubería, como requiera por códigos, especificaciones y las instrucciones del Cliente.
- c) Atestiguar las pruebas de presión en campo, cuando se notifique.
- d) Lavar y drenar el sistema e instalar placas de orificio . Las placas de orificio no serán instaladas antes de la prueba hidrostática.( ver 4.9 para quitar o aislar los otros componentes dentro de la línea antes de la prueba hidrostática).
- e) Drenar sistemas, quitar bridas ciegas y apretar como se requiera.
- f) Aislar o pintar bridas, juntas roscaadas , o soldadura de campo después de la prueba específica de cada sistema, ha sido terminada, a menos de otra instrucción por el Cliente.
- g) Todas las juntas soldadas (circunferencias longitudinales y boquillas ) en tubería subterránea que no tienen pruebas de taller podrán dejarse expuestas (libres de pintura, añadir un aditivo , recubrimiento) hasta que la prueba específica se ha terminado. Después de la prueba final de esas juntas , cubre el sistema.
- h) Verificar soportes colgantes de tubería, soportaría, guías, juntas de expansión y otras especialidades de tubería para remover todos los soportes y paros de montaje. para la exacta calibración en frío por el servicio de diseño . También con el suministro de las instrucciones de ajustes en caliente , dadas por el Cliente
- i) Verificar soportes colgantes de tubería, soportaría , guías. y especialidades de tubería para ajustes en caliente y hacer ajustes menores, como sea necesario
- j) Instalar elementos filtrantes permanentes, como se requieran

- k) Cerciorarse, el alcance requerido por el Cliente , que empaquetadoras de válvulas especificadas han sido suministradas en válvulas instaladas en la planta.
- l) Instalar carro de asientos (car seals) en válvulas , donde sea necesario.
- m) Verificar y registrar las posiciones de todos los carros de asiento (car sealed) de las válvulas , pintar e identificar las válvulas como se requiera .
- n) Corregir soportes, vibración y problemas de expansión térmica detectados durante el "comisionamiento".
- o) Reapretar (retorque) todos los servicios frios y calientes atornillando, detectados durante el "comisionamiento" y arranque , como sean requeridos .

#### 4.8 Energía Eléctrica y Sistemas de Alumbrado.

- a) Notificar al Cliente de el programa de pruebas
- b) Pruebas atenuadas cuando se notifique y registrar los datos de la prueba, como se requiera
- c) Usando un megóhmetro hacer en pruebas de aislamiento en todos los cables excepto cables de alumbrado.
- d) Usando un megóhmetro hacer en pruebas de aislamiento, en motores , y embobinado de transformadores fase por fase y fase para tierra.
- e) Haga un prueba del sistema de tierras para determinar la continuidad de conexiones y el valor de la resistencia a tierra.
- f) Disponer de pruebas de agotamiento en una muestra de aceite del aceite de aislamiento de los transformadores mayores a 100 kilovoltos absolutos.
- g) Cargar los sistemas de engranaje con aceite y/o otro medio , como se requiera.
- h) Pruebas de comportamiento y ajustes en todo interruptor, equipos de control, motores y generadores.
- i) Probar y ajusta los interruptores y relevadores cortocircuito, para la propia coordinación
- j) Obtener aprobación de un inspector local , donde se requiera.
- k) Energizar toda la subestación con aprobación de el Cliente después de terminar las pruebas
- l) Verificar la secuencia de fases, polaridad, y rotación de los motores.
- m) Verificar instalación de energía y sistema de alumbrado de emergencia, incluyendo nivel de alumbrado
- n) Proveer al Cliente con un registro de trabajos completos

#### 4.9 Sistemas de Instrumentación

- a) Dirigir cualquier verificación fuera de operación para asegurar la operación de instrumentos , esto es , eliminar todos los soportes de embarque , Verificar los puntos de fijación de traslado; verifica que el instrumento sea capaz de medir, operar, y correr en la dirección y manera requerida por la aplicación del proceso.
- b) Como dictan las prácticas del Cliente, calibración de instrumentos en banco o campo con equipo de prueba estándar, y hace todos los ajustes requeridos y ajuste del punto de control.
- c) Limpia toda la transmisión y tubing de control por sopleteado con aire frío limpio y filtrado antes de conectar los componentes del instrumento
- d) Limpiar todo el cabezal de suministro de aire sopleteado con aire limpio y verificar la hermeticidad
- e) Prueba neumática de fugas en circuitos de control de acuerdo con la última edición de la práctica recomendada de ISA 7.1 Prueba Neumática de Presión de Circuito de control.
- f) Verificar hermeticidad de la tubería de los instrumentos en la tubería de procesos.
- g) Instala y conecta todos los componentes del sistema y verifica de conformidad con las especificaciones y criterios de diseño para la función y rango usando una señal simulada, como se necesite
- h) Verifica todas las señales eléctricas y cableado de alarmas por continuidad, Fuente de energía correcta y polaridad
- i) Verifica las uniones de cables correctas de los termopares, posición de elementos primarios (termopozos), polaridad adecuada, y continuidad de instrumentos.
- j) Identifica placas de orificio con etiqueta y entrega al Cliente
- k) Verifica y registra diámetro de las perforaciones de placas de orificio e instala después de terminada la operación de limpieza con chorro.

#### 4.10 Calderas

#### 4.11 Plantas de Tratamiento de Agua

#### 4.12 Sistemas de Agua

- a) Limpiar el bacín de la torre de enfriamiento e instalar mallas en la succión de los cárcamos antes de la circulación del agua.
- b) Suministrar prueba de bomba del pozo ; entrega de pruebas satisfactorias, limpiar el pozo , como sea disponible hacerlo.
- c) Lavado, dren y limpieza del dique de la torre de enfriamiento .
- d) Limpiar la entrada de las mallas.
- e) Ajustar los ventiladores de la torre de enfriamiento para obtener específicamente el claro y probar
- f) Operar el encendido de las bombas para verificar el comportamiento del sistema.
- g) Tapar depósitos, recipientes, tanques , y otros equipos de sistemas de agua, como se requiera , llénelo con agua, verifique fugas y limpie con chorro
- h) Suministre compañía de seguros para inspeccionar el sistema contra incendio , como se requiera .
- i) Obtener e instalar requerimientos de químicos contra el fuego y equipo portátil, tal como mangueras, extinguidores y equipo relacionado
- j) Establecer el programa de tratamiento de aguas.
- k) Obtener los servicios de un consultor de aguas para notificar y monitorear el tratamiento de agua, como se requiera por el Cliente.

#### 4.13 Eliminación de desechos .

- a) Facilidades de inspección para la integridad y cumplimiento de instalación. verificación fuera de operación, para asegurarse su conformidad con especificaciones.
- b) Operar todo equipo y suministrar todos los químicos y agentes relacionados para el tratamiento de aguas.
- c) Obtener los servicios de un consultor de aguas para notificar y monitorear el sistema de operación, como se requiera por el Cliente.

#### 4.14 Edificio y Accesorios.

- a) Verificar la instalación de edificio y accesorios incluyendo toda la calefacción , ventilación y equipo de aire acondicionado, para asegurar su integridad y conformidad con las especificaciones .
- b) Como se requieran , obtener certificación que todas las instalaciones de plomería, eléctricas, de protección contra incendios, elevadores y especialmente las instalaciones que manejan materiales cumplan con los reglamentos locales del gobierno.
- c) Operar calefacción, ventilación, y unidades de aire acondicionado y realizar todas las pruebas de comportamiento.
- d) Obtener Certificado de ocupación y uso, si se requiere.

#### 4.15 Equipo Diverso(Agitadores, Mezcladoras, Filtros Rotatorios, Básculas , y Equipo de Manejo de Materiales).

- a) Ensamble completo de filtros rotatorios excepto para filtros finales de medio ( telas, medios filtrantes o mallas).
- b) Instalar material filtrante.
- c) Nivelar y calibrar básculas con la asistencia del representante del fabricante, y ajustar la tara como sea posible.
- d) Verificar manualmente el equipo de manejo de materiales para moverse libremente y en dirección correcta.
- e) Verificar los espacios libres de los equipos de manejo de materiales, como lo requiera el Cliente.
- f) Hacer ajustes finales durante el funcionamiento y manejo, y realizar cualquier prueba de comportamiento que se requiera.
- g) Obtener los servicios de un ingeniero para asistencia técnica durante la instalación y arranque , si se requiere.
- h) Como se requiera, obtener certificación para que todas las instalaciones de levantamiento y manejo de materiales y otras partidas de equipo cumplan con el reglamento de gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS, Series in Management No. 2, Sven R. Hed, Derechos Reservados Publicado por Sven R. Hed, 1981, 346 pp.

PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS, Métodos PERT-ROY-CPM y derivados, Ramón Companys, Edit. LIMUSA, 1982, 6ta. reimpresión, México, 103 pp.

THE IMPLEMENTATION OF PROJECT MANAGEMENT, The Professional's Handbook, Linn C. Stuckenbruck Ph.D. (Project Management Institute), ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1981, U.S.A., 254 pp.

CONTROL AND MANAGEMENT OF CAPITAL PROJECTS, Dynamic estimating, control, and management by owner corporations of the cost, time and value of engineering construction projects, John W. Hackney (The M.N. Kellogg Company), JOHN WILEY & SONS INC, U.S.A., 1965, 305 pp.

EDUCATIONAL PROJECT MANAGEMENT, Desmond L. Cook, CHARLES E. MERRIL PUBLISHING COMPANY, U.S.A., 1971, 243 pp.

## OTRAS REFERENCIAS

CHECKLIST FOR PLANT COMPLETION, API PUBLICATION 700, Second edition, September 1981, American Petroleum Institute.

PLANT STARTUP AND COMMISSIONING PROCEDURES FOR EQUIPMENT AND PROCESSES, G. Lee Reid (Department Project Engineering), ISA 1993. pp 1619-1628.

THE PLANT CONSTRUCTION AND COMMISSIONING ACHIEVEMENT. Boiler plant construction and commissioning, D.G. Law., BABCOCK POWER Ltd, CONST. DIV. PAISLEY.

**COMMISSIONING EXPERIENCE FROM THREE PFBC PLANTS, Jim Anderson and Sven A. Jansson, ABB Carbón AB, Fluidized Bed Combustion, ASME 1981, páginas 787-793.**

**COMMISSIONING OF THE PFBC PLANT IN VÄRTAN, STOCKHOLM, Almqvist, Anders and Berndt Nordmark, Stockholm Energi, Stockholm Sweden, Fluidized Bed Combustion, ASME 1981, páginas 785-800.**

### **CURSOS Y SEMINARIOS**

**SEMINARIO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS, INDUSTRIAS RESISTOL, OCTUBRE 1989, Centro de Desarrollo IRSA.**

**CURSO DE DESARROLLO DE PROYECTOS, UNAM, Depto. Extensión Académica, Expositor Ing. Rafael Corral (Celanese), 5 al 9 Octubre 1992, Edificio "D" Facultad de Química, C.U.**

**CURSO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS, UNAM, Depto. Extensión Académica, Expositor Lic. Gerardo Pinto Urrieta (Celanese), 23 al 27 Noviembre 1992, Edificio "D" Facultad de Química, C.U.**