



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**“PREMISAS BASICAS PARA HACER PROYECTOS  
EXITOSOS DE TELECOMUNICACIONES”**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :**  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**(AREA: ELECTRICA Y ELECTRONICA)**  
**P R E S E N T A N :**  
**MARCO ANTONIO OLIVARES MARTINEZ**  
**RICARDO ISRAEL VAZQUEZ MIRANDA**



FES Aragón

**ASESOR:**  
**ING. DAVID B. ESTOPIER BERMUDEZ**

**BOSQUES DE ARAGON, ESTADO DE MEXICO SEPTIEMBRE 2005**

0350938



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.

*Dedicado con mucho cariño y respeto a mis padres Jesús Buchán, Alicia Miranda y Ricardo Vázquez (Q.E.D.) y mi hermano Abraham Jacobo Vázquez con quienes estaré eternamente agradecido por su comprensión, cariño y apoyo en mi desarrollo profesional y personal; sin ellos no hubiera sido posible realizar mi sueño.*

*Gracias totales a Jesús Buchán quien sin ninguna obligación, me acogió como a un hijo de sangre y me apoyó hasta el último momento en mi formación académica desde que ingresé a la Universidad; el cual se volvió un soporte muy fuerte junto con mi madre y me dio ánimos para no desistir y continuar, logrando que llegaré hasta límites a los cuales nunca pensé llegar.*

*Me siento muy orgulloso de tenerte como padre y estoy seguro que el sentimiento es recíproco ya que "Padre no es quien lo crea, sino quien lo cría"*

*En memoria de Ricardo Vázquez, padre y amigo con quien compartí mis primeros 15 años de vida, cuyo sueño fue que terminará una carrera universitaria. Donde quiera que estés sé que estás orgulloso de mí.*

*Agradezco al Ing. David Estopier Bermúdez por cedernos parte de su tiempo en la realización de nuestro trabajo, por su apoyo, comprensión y paciencia en ilustrarnos y adentrarnos en este interesante campo de las Telecomunicaciones.*

*A los seres a quienes les debo lo que soy,  
A dios y a mis padres:*

*Francisco y Bertha*

*Dedico con todo cariño esta tesis en gratitud  
por todo el amor, comprensión que me han  
dado, y la paciencia que me han tenido para  
culminar esta tesis.*

*A mi abuelita, tíos y hermanos:*

*Por haberme alentado con su apoyo y alicientes  
de superación, me impulsaron para obtener esta  
meta.*

*A nuestro asesor*

*Ing. David B. Estopier Bermúdez*

*Por habernos dedicado el tiempo, paciencia  
necesarios y por sus valiosos conocimientos que  
nos aportó orientándonos y apoyándonos en el  
tema de administración de proyectos, que  
ayudaron a realizar esta tesis.*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	( 1 )
<b>CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES DE REDES</b>	
1.1	Introducción.....( 8 )
1.2	Conceptos básicos.....( 10 )
1.3	Componentes en un sistema de comunicaciones.....( 18 )
1.4	Modelo de referencia OSI (Recomendación X.200 UIT-T).....( 19 )
1.4.1	Capas superiores.....( 20 )
1.4.2	Capas inferiores.....( 21 )
1.4.3	Dispositivos que utilizan el modelo OSI.....( 22 )
1.4	Clasificación de redes.....( 24 )
1.4.1	Topologías.....( 25 )
1.6	Estándares Ethernet.....( 32 )
1.7	Medios de transmisión.....( 35 )
1.8	Redes de Área Local (LAN).....( 39 )
1.9	Redes de Área Metropolitana (MAN).....( 40 )
1.10	Redes de Área Extensa (WAN).....( 41 )
1.11	Redes de Área Global (GAN).....( 41 )
1.12	Redes de Escritorio (DAN).....( 41 )
1.13	Redes de Área de Almacenamiento (SAN).....( 41 )
1.14	Arquitectura TCP/IP.....( 42 )
1.14.1	Antecedentes.....( 43 )
1.14.2	Conceptos básicos.....( 45 )
1.14.3	Modelo TCP/IP.....( 47 )
1.14.3	Direcciones TCP/IP.....( 47 )



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

1.14.4	Aplicaciones.....	( 49 )
--------	-------------------	--------

## **CAPÍTULO II. CONCEPTOS GENERALES DE ADMINISTRACIÓN**

2.1	Introducción.....	( 50 )
2.2	Procesos que intervienen en la Administración de Proyectos.....	( 51 )
2.3	Fases de un proyecto.....	( 55 )
2.4	Planeación estratégica.....	( 57 )
2.5	Herramientas de planeación.....	( 58 )
2.6	Telecomunicaciones como negocio estratégico.....	( 60 )
2.7	Cuadro de Mando Integral (CMI).....	( 60 )
2.8	El Cuadro de Mando Integral como sistema de gestión.....	( 61 )

## **CAPÍTULO III. PROBLEMÁTICA ACTUAL PARA LA INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN REDES TELEMÁTICAS**

3.1	Introducción.....	( 68 )
3.2	Campo de aplicación.....	( 68 )
3.2.1	Modos de transporte digital.....	( 68 )
3.2.2	Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH).....	( 69 )
3.2.3	Jerarquía Digital Síncrona (SDH).....	( 70 )
3.3	Red Digital de Servicios Integrados.....	( 71 )
3.3.1	Estructura de RDSI.....	( 72 )
3.3.2	Servicios.....	( 73 )
3.3.3	Sistema de señalización N° 7.....	( 74 )
3.4	Redes de datos.....	( 74 )
3.4.1	Técnicas de conmutación.....	( 74 )
3.5	Protocolos de enrutamiento.....	( 75 )
3.6	Protocolo de red X.25.....	( 76 )

3.6.1	Arquitectura X.25.....	( 76 )
3.7	Frame Relay (Relevo de Tramas).....	( 79 )
3.7.1	Características Frame Relay.....	( 79 )
3.7.2	Capacidad de ampliación y disponibilidad.....	( 81 )
3.8	Modo de Transferencia Asíncrono.....	( 81 )
3.8.1	Clase de servicio.....	( 82 )
3.8.2	Modelo de referencia.....	( 83 )
3.9	Redes inalámbricas.....	( 84 )
3.9.1	Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN).....	( 84 )
3.9.2	Estándares.....	( 86 )
3.10	Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM).....	( 87 )
3.10.1	Métodos de acceso.....	( 88 )
3.11	Comunicaciones satelitales.....	( 88 )
3.12	Servicios de Banda Ancha (Broadband Media Services).....	( 88 )
3.12.1	Línea de Abonado Digital (xDSL).....	( 88 )
3.12.2	Medios de transmisión.....	( 91 )
3.12.3	Técnicas DSL.....	( 91 )
3.13	Videoconferencia.....	( 94 )
3.13.1	Clasificación.....	( 95 )
3.13.2	Estándares.....	( 96 )

#### **CAPÍTULO IV. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

4.1	Introducción.....	( 97 )
4.1.2	Participantes del proyecto.....	( 98 )
4.1.3	La ética en la administración de proyectos.....	( 99 )
4.1.4	Código de ética del Project Management Institute.....	( 99 )

4.1.5	Project Management Institute (PMI).....	( 101 )
4.1.6	Guía PMBOK®.....	( 102 )
4.1.7	Estructuras de la organización.....	( 103 )
4.2	Teoría de administración de proyectos.....	( 108 )
4.2.1	Procesos de un proyecto.....	( 108 )
4.2.1.1	Inicio.....	( 109 )
4.2.1.2	Planeación.....	( 110 )
4.2.1.3	Ejecución.....	( 112 )
4.2.1.4	Control.....	( 113 )
4.2.1.5	Cierre.....	( 114 )
4.3	Administración de la integración.....	( 115 )
4.3.1	Desarrollo del plan de proyecto.....	( 117 )
4.3.2	Ejecución del plan de proyecto.....	( 118 )
4.3.3	Control de cambio general.....	( 120 )
4.4	Administración del alcance del proyecto.....	( 122 )
4.4.1	Inicio.....	( 124 )
4.4.2	Planeación del alcance.....	( 125 )
4.4.3	Definición del alcance.....	( 126 )
4.4.3.1	Definición de planeación estratégica.....	( 127 )
4.4.3.2	Fases del ciclo de vida.....	( 128 )
4.4.3.3	Fundamentos de planeación.....	( 130 )
4.4.3.4	Plan de programa.....	( 135 )
4.4.3.5	Técnicas de planeación.....	( 138 )
4.4.4	Verificación del alcance.....	( 142 )
4.4.5	Control de cambios del alcance.....	( 143 )

4.5	Administración del tiempo.....	( 145 )
4.5.1	Definición de actividades.....	( 146 )
4.5.2	Secuencia de actividades.....	( 147 )
4.5.3	Estimación de duración de actividades.....	( 149 )
4.5.4	Desarrollo de la programación.....	( 152 )
4.5.5	Control de la programación.....	( 163 )
4.6	Administración de los costos del proyecto.....	( 165 )
4.6.1	Conceptos básicos.....	( 166 )
4.6.2	Estimando los costos.....	( 167 )
4.6.2.1	Tipos de estimación.....	( 168 )
4.6.2.2	Componentes del costo.....	( 169 )
4.6.2.3	Precio que no incurre en el trabajo (Pricing – out the Work).....	( 171 )
4.6.2.4	Estimando los riesgos.....	( 172 )
4.6.2.5	Contingencias de riesgo.....	( 174 )
4.6.2.6	Análisis costo–beneficio.....	( 176 )
4.6.2.6.1	Eligiendo los criterios económicos del proyecto.....	( 176 )
4.6.3	Tiempo, Costo y Calidad.....	( 180 )
4.6.4	Costo del ciclo de vida (Life- Cycle Costing LCC).....	( 181 )
4.6.4.1	Análisis del Costo del Ciclo de Vida.....	( 182 )
4.6.5	Ingeniería del valor (Value Engineering VE).....	( 184 )
4.6.6	Control del costo.....	( 186 )
4.6.7	Varianzas y método del valor devengado (EVM).....	( 188 )
4.6.8	Análisis de varianzas.....	( 197 )
4.6.9	Costo estimado al término y Presupuesto total o al término (EAC y BAC).....	( 197 )
4.6.10	Criterios de medición.....	( 198 )

4.6.11	Resumen de fórmulas.....	( 200 )
4.6.12	Reportes de estado.....	( 201 )
4.6.13	Recomendaciones para los administradores de proyectos.....	( 202 )
4.7	Administración de la Calidad del proyecto.....	( 203 )
4.7.1	Antecedentes de la administración de la calidad.....	( 203 )
4.7.2	Planeación de la calidad.....	( 207 )
4.7.3	Aseguramiento de la calidad.....	( 214 )
4.7.3.1	Normatividad.....	( 215 )
4.7.3.2	Gestión de calidad total (GCT).....	( 218 )
4.7.3.3	Uso de normas para gestión de calidad.....	( 221 )
4.7.3.4	Factores de selección de normatividad.....	( 227 )
4.7.3.5	ISO 10006 (recomendación de procesos de administración de proyectos).....	( 233 )
4.7.3.6	DoD 5000.2 (adquisición del departamento de defensa).....	( 234 )
4.7.4	Control de calidad.....	( 237 )
4.8	Administración de los Recursos Humanos.....	( 246 )
4.8.1	Planeación organizacional.....	( 246 )
4.8.1.1	Tipos de estructura organizacional.....	( 247 )
4.8.2	Adquisición del Staff (personal).....	( 255 )
4.8.3	Desarrollo del equipo.....	( 256 )
4.9	Administración de las comunicaciones.....	( 259 )
4.9.1	Procesos que componen la administración de las comunicaciones .....	( 260 )
4.9.2	Planeación de las comunicaciones.....	( 262 )
4.9.2.1	Niveles de comunicación.....	( 263 )
4.9.2.2	Elementos para elaborar planes de comunicación.....	( 264 )

4.9.3	Distribución de la información.....	( 265 )
4.9.3.1	Elementos que involucran la distribución de información.....	( 265 )
4.9.3.2	Clases de comunicación.....	( 266 )
4.9.3.3	Escucha efectiva.....	( 267 )
4.9.3.4	Matriz de responsabilidades.....	( 268 )
4.9.3.5	Reuniones del equipo del proyecto.....	( 269 )
4.9.4	Información del desempeño.....	( 270 )
4.9.5	Cierre administrativo.....	( 271 )
4.10	Administración del riesgo.....	( 273 )
4.10.1	Riesgo, incertidumbre y certeza de los proyectos.....	( 276 )
4.10.1.2	Riesgos internos y externos en los proyectos.....	( 277 )
4.10.2	Planeación de los riesgos.....	( 278 )
4.10.3	Identificación de los riesgos.....	( 279 )
4.10.4	Cuantificación de los riesgos.....	( 282 )
4.10.5	Planeando la respuesta al riesgo.....	( 290 )
4.10.5.1	Recomendaciones para planear la respuesta a los riesgos.....	( 293 )
4.10.6	Control de los riesgos (Lecciones aprendidas).....	( 294 )
4.10.7	Resumen.....	( 295 )
4.11	Administración de la procuración (adquisición).....	( 296 )
4.11.1	Planeación de la procuración.....	( 298 )
4.11.1.1	REGLAMENTACIÓN APLICADA PARA LA ADQUISICIÓN EN MÉXICO.....	( 302 )
4.11.2	Planeación de la solicitud (licitación).....	( 309 )
4.11.3	Solicitud (licitación).....	( 311 )
4.11.4	Selección de fuentes (proveedores).....	( 312 )

4.11.5	Administración del contrato.....	( 314 )
4.11.6	Cierre del contrato.....	( 316 )

**CAPÍTULO V. APLICACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS A LA  
INGENIERÍA**

5.1	Introducción.....	( 317 )
5.2	Actualización tecnológica de la red de voz y datos de la Sociedad Cooperativa Cementera Granito.....	( 318 )
5.3	Visión del área de Telecomunicaciones.....	( 319 )
5.4	Antecedentes de la red en operación.....	( 323 )
5.5	Cuantificación de equipo actual en la red.....	( 325 )
5.6	Alcances del proyecto.....	( 340 )
5.6.1	Definición del alcance.....	( 341 )
5.6.2	Detalle de soporte del alcance (descripción funcional).....	( 343 )
5.6.3	Plan de manejo del alcance.....	( 344 )
5.7	Tiempo de duración del proyecto.....	( 344 )
5.8	Elaboración de carta constitutiva.....	( 345 )
5.9	Análisis Costo – Beneficio.....	( 350 )
5.9.1	Selección de proveedores.....	( 351 )
5.9.2	Costo de equipos.....	( 351 )
5.9.3	Cuantificación de material necesario para adecuar cuartos de Telecomunicaciones.....	( 354 )
5.10	Matriz de riesgos en la elaboración del proyecto.....	( 366 )
5.11	Definición de la estructura detallada del trabajo (WBS).....	( 370 )
5.12	Calidad y costo obtenido del análisis de equipo.....	( 371 )
5.13	Medidas de contingencia para costo de mano de obra.....	( 372 )
5.14	Comunicaciones.....	( 384 )

5.15	Adquisiciones.....	( 385 )
------	--------------------	---------

## **CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO**

6.1	Introducción.....	( 410 )
6.2	Aplicación del Análisis Costo Beneficio.....	( 411 )
6.3	Elaboración de Análisis Costo Beneficio.....	( 413 )
6.3.1	Costo de servicios pagados y mantenimiento a equipos con la red actual.....	( 418 )
6.3.2	Costo de servicios y adquisición de nuevos equipos que se pararán con la implementación del proyecto.....	( 418 )
6.3.3	Análisis de devolución de inversión del proyecto.....	( 420 )
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>( 423 )</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>( 425 )</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>( 427 )</b>

## **Prólogo**

*La tecnología y su vertiginosa evolución nos ha llevado a un punto en el que si no estamos preparados con la actualización correspondiente, con frecuencia podemos incurrir en errores de decisión. Empero, es muy importante estar preparados en la estrategia a seguir para implantar una vez adquirido el conocimiento técnico correspondiente en materia de telecomunicaciones; la propia tecnología, de manera segura, eficaz y eficiente controlando una gran cantidad de variables.*

*Frecuentemente una buena decisión tecnológica se convierte en un caos de servicio por una mala estrategia y un mal proyecto de implantación de los mismos.*

*Destaco aquí el presente trabajo como una herramienta sólida para quienes viven en el mundo de las telecomunicaciones. Ya que seguramente les permitirá complementar el conocimiento de la tecnología con el de elaboración de proyectos exitosos. No obstante, es necesario seguir profundizando en el tema a fin de llegar a buen puerto con las soluciones de comunicación, tan cambiantes y heterogéneas en la actualidad.*

*El cambio de cultura para implantar las soluciones nos permitirá explotar mucho mejor las capacidades del equipo y cumplir con las metas de nuestras empresas, lo cuál redundará en beneficios para quienes como usuarios finales de la tecnología, requieren de nuestros servicios.*

Ing. David Estopier Bermúdez

Agosto de 2005



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ***Capítulo I***

### **CONCEPTOS GENERALES DE REDES**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## 1.1 Introducción

Los avances tecnológicos están cambiando el entorno que nos rodea; en poco tiempo podremos controlar de manera remota los aparatos electrodomésticos y adquirir la comida por correo electrónico con sólo un clic en el monitor instalado en los refrigeradores; es decir, la tecnología comienza a desarrollarse para satisfacer las necesidades del hombre. Lo anterior, porque la demanda y competencia del mercado crece cada vez más, obligando a las compañías a fijar sus objetivos y esfuerzos para beneficio del cliente.

De acuerdo a la enseñanza escolar y por algunos libros de Telecom, pensábamos que las empresas asegurarían el éxito implementando estándares conforme avanza la tecnología; esto no es viable y la razón es porque cada día surgen nuevas técnicas que están fuera del alcance de las normas existentes. Sin embargo existen organizaciones de normalización que proponen aspectos fundamentales para diseñar reglas propias en base a lo que queremos<sup>1</sup>.

A continuación describiremos los que consideramos de mayor importancia.

### Organización Internacional para la Normalización (ISO)

Es una agencia internacional para el desarrollo de normalizaciones que abarcan varios aspectos. Sus miembros son organismos de estandarización de las naciones participantes y organizaciones observadoras; la mayoría de ellos pertenecen al gobierno (70%) y los restantes tienen relación con la administración pública de sus respectivos países. Por ejemplo, el organismo "American National Standard Institute (ANSI -Instituto Nacional de Estándares Americanos-).

Desde su fundación, a la mitad de los años cuarenta, se han publicado aproximadamente 12,000 normalizaciones en diferentes áreas.

El objetivo de ISO es promover el desarrollo de normas y actividades relacionadas para facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, permitir que intelectuales, científicos y desarrolladores de nuevas tecnologías realicen aportaciones al organismo.

Algunos organismos de comunicaciones dependientes de ISO son: IEC (International Electrotechnical Commission -Comisión Internacional Electrotécnica-) encargada de elaborar normas para ingeniería eléctrica y electrónica y JTC (Joint Technical Comité) desarrolla documentos para tecnologías adoptadas por ISO e IEC.

---

<sup>1</sup> En nuestro país debe avalarlo la Norma Oficial Mexicana (NOM)

## *Sector de normalización de la Unión Internacional de Telecomunicaciones para telecomunicaciones (UIT-T)*

Organismo permanente de la UIT que depende de la Organización de las Naciones Unidas (ONU); los miembros de la UIT son gobiernos; la representación de Estados Unidos reside en su Departamento de Estado.

El objetivo de la UIT es "estudiar y definir recomendaciones de cuestiones técnicas, tecnológicas, de operación y tarificación para normalizar las telecomunicaciones a escala mundial"

UIT-T fue creada en marzo de 1993, sustituyendo al Comité Consultivo de Telefonía y Telégrafos (CCITT); varias de las normas propuestas en la CCITT tienen vigencia en la UIT-T

El sector de telecomunicaciones está organizado en 14 grupos de estudio que establecen las siguientes recomendaciones:

- *Funcionamiento de la red y servicios.*
- *Tarificación y cuestiones económicas.*
- *Red para la gestión de las telecomunicaciones y mantenimiento de la red.*
- *Protección contra interacciones electromagnéticas.*
- *Equipamiento externo.*
- *Redes de datos y comunicaciones de sistemas abiertos.*
- *Características de los sistemas telemáticos.*
- *Transmisión de televisión y sonido.*
- *Lenguajes y cuestiones generales de software para sistemas de telecomunicación.*
- *Requerimientos de señalización y protocolos.*
- *Prestaciones de redes y terminales en la transmisión extremo a extremo.*
- *Aspectos generales de la red.*
- *Redes de transporte, sistemas y equipos.*
- *Equipos y sistemas de transmisión.*

### *Sociedad Internet*

Organización de profesionales que supervisa a grupos de trabajo relacionados con el desarrollo y normalización de Internet. Se encarga de

su funcionamiento y propuesta de normas para los protocolos empleados por el usuario final.

Existen tres organizaciones dependientes de la sociedad encargadas del desarrollo y publicación de estándares:

- *Comité para la arquitectura en Internet (Internet Architecture Board –IAB-). Define la estructura de la arquitectura de Internet.*
- *Comité para la ingeniería en Internet (Internet Engineering Task Force –IETF-). Encargada del desarrollo e ingeniería de protocolos.*
- *Comité para la investigación en Internet (Internet Research Task Force –IRTF-). Responsable de la gestión de las actividades del IETF y su proceso de normalización.*

*La información sobre este tema fue extraída del libro Comunicaciones y redes de computadores, sexta edición, de William Stallings, editorial Prentice Hall.*

## **1.2 Conceptos básicos**

La mayoría de los libros contienen acepciones diversas sobre los conceptos utilizados en telecomunicaciones; generalmente cada autor expone diferentes ideas sobre un mismo concepto y confunde al lector.

Los términos reconocidos internacionalmente son los que propone la Unión Internacional de Telecomunicaciones (antes CCITT) y los adoptados en nuestro país por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel); es menester explicar algunos conceptos como guía para el contenido de este capítulo.

La información fue obtenida del libro azul, tomo I, fascículo I.3, "Términos y definiciones (serie B)" de la UIT y el glosario de términos de la Cofetel

### **Administración.**

*Recs. F.400, X.400*

*En el contexto del CCITT una Administración (miembro de la UIT) o una empresa privada de exploración reconocida.*

### **Algoritmo**

*Rec. Q.9*

*Conjunto finito y predeterminado de reglas o procesos bien definidos para resolver un problema en un número finito de operaciones.*

### **Anchura de banda (de una fibra óptica)**

*Rec. G.651*

*Valor numéricamente igual a la menor de las frecuencias para las que la magnitud de la función de transferencia de banda base de una fibra óptica decrece hasta una fracción especificada, generalmente  $-3$  dB entre puntos ópticos ( $-6$  dB entre puntos eléctricos), del valor de frecuencia, o*

*Nota: La anchura de banda está limitada por varios mecanismos. En el caso de las fibras multimodo los principales son la distorsión modal y la dispersión cromática.*

### **Aparato semidúplex**

*Rec. S.140*

*Aparato que comprende una parte de la transmisión y otra receptora, cuyo diseño permite la transmisión en ambos sentidos, pero no simultáneamente.*

### **Atenuación $A$ ( $\lambda$ )**

*Rec. G.651, G.652*

*La atenuación  $A$  ( $\lambda$ ) a una longitud de onda  $\lambda$  entre dos secciones transversales 1 y 2 de una fibra separadas por una distancia  $L$ ; se define por:*

$$10 \log \frac{P_1(\lambda)}{P_2(\lambda)} \text{ (dB)}$$

*donde  $P_1(\lambda)$  es la potencia óptica que atraviesa la sección transversal 1 y  $P_2(\lambda)$  es la potencia óptica que atraviesa la sección transversal 2 a la longitud de onda ( $\lambda$ )*

### **Banda ancha**

*Rec. I.113*

*Un servicio o sistema que necesita canales de transmisión capaces de soportar velocidades superiores a la velocidad primaria.*

### **Calidad de servicio**

*Rec. E.800*

*El efecto global de las características de servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario a un servicio.*

*Nota 1 – La calidad del servicio se caracteriza por el efecto combinado de la logística del servicio, la facilidad de un servicio, la funcionalidad de un servicio, la integridad de éste y otros factores específicos a cada servicio.*

*Nota 2 – El término “**calidad de servicio**” no se utiliza para expresar un grado de perfección en sentido comparativo ni en cuantitativo para evaluaciones técnicas.*

*En estos casos se utilizará un adjetivo calificativo (modificador).*

### **Canal**

*Rec. Z.100*

*Un **canal** es la conexión que transporta señales entre dos bloques.*

*Los canales transportan también señales entre un bloque y el entorno.*

*Los canales pueden ser unidireccionales o bidireccionales.*

### **Canal analógico**

*Rec. M.300*

*Un canal analógico es un medio de transmisión unidireccional establecido mediante pares de audiofrecuencia o sistemas de transmisión analógicos, con salida de frecuencia vocal en ambos extremos cuando un canal analógico se establece por medio de un sistema*

*de transmisión analógico, las frecuencias vocales no aparecerán en puntos distintos de sus extremos.*

### **Canal digital**

*Rec. M.300*

*Un canal digital proporciona un medio de transmisión unidireccional a 64 kb/s en un trayecto digital. El canal digital aparece en ambos extremos de un repartidor digital o equivalente a 64 kb/s o como un intervalo de tiempo a 64 kb/s; en un trayecto digital a un nivel especificado de la jerarquía digital.*

### **Canal de transmisión**

*Recs. G.701, I. 112*

*Medio de transmisión unidireccional de señales entre dos puntos.*

*Nota 1 – Varios canales pueden compartir un trayecto común; por ejemplo, a cada canal puede atribuirse una determinada banda de frecuencia o un determinado intervalo de tiempo.*

*Nota 2 – La expresión puede venir clasificada por la naturaleza de las señales transmitidas por la anchura de banda, por la velocidad binaria o por una designación arbitraria.*

### **Canal telefónico**

*(Cofetel)*

*Unidad de medida que corresponde de la capacidad del segmento espacial y terrestre para una calidad de servicio de voz de acuerdo con las normas técnicas adoptadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dos canales dispuestos adecuadamente conforman un circuito telefónico.*

### **Canal (velocidad)**

*Rec. I.140*

*Este atributo describe los canales y sus velocidades binarias utilizados para transferir la información y /o la información de señalización en un punto de acceso determinado.*

## **Capa**

*Rec. I.112*

*Región conceptual que abarca una o más funciones; entre una frontera lógica superior y una frontera lógica inferior, dentro de una jerarquía de funciones.*

*Nota – El modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (ISA) posee siete capas.*

## **Comunicación**

*Rec. F.710*

*Intercambio de información entre dos o más abonados de una red de telecomunicación mediante convenciones acordadas.*

*Rec. T.62*

*Conexión temporal (o conexión aparente, vista por el abonado llamante) de una terminal con otra con el fin de intercambiar información.*

## **Conmutación**

*(Cofetel)*

*Función que permite el enrutamiento de tráfico público conmutado entre usuarios conectados en la misma central o entre dicha central y otras centrales, mediante la utilización de numeración local asignada y administrada por la Comisión, de conformidad con el Plan de Numeración.*

*Proceso consistente en la interconexión de unidades funcionales, canales de transmisión o circuitos de telecomunicación por el tiempo necesario para conducir señales.*

## **Dirección de red**

*Recs. F.400, X. 400*

*En el contexto de tratamiento de mensajes }, atributo normalizado de una forma de dirección O /D (origen – destino), que proporciona la dirección de red de una terminal. Comprende las cifras del plan de numeración internacional para los puntos de acceso.*

## **Enlace**

*Rec. Q.9*

*Trayecto de telecomunicación con características especificadas entre dos puntos.*

*Nota:– Puede añadirse un calificativo, por ejemplo, enlace digital, enlace coaxial, radioenlace, que indica la naturaleza de las características especificadas.*

*(Cofetel)*

*Medio de transmisión con características específicas, entre dos puntos, esto puede ser mediante canal o circuito. Conjunto de instalaciones terminales y red de interconexión que funciona en un modo particular a fin de permitir el intercambio de información entre equipos terminales.*

## **Modelo**

*Rec. Z.100*

*Un modelo de la relación de correspondencia para notaciones taquigráficas y expresadas en términos de una sintaxis concreta previamente definida.*

## **Par trenzado**

*Recs. G.960, I.430*

*Línea o parte de línea que tiene cada conductor (aislada) trenzado con el otro para reducir el efecto de inducción de los campos electromagnéticos y/o electrostáticos vagabundos.*

*Nota:– Esta definición se aplica también a los cuadretes de pares trenzados, salvo que las dos pares se trenzan una con otra.*

## **Red**

*Rec. X.300*

*Conjunto de nodos y enlaces que provee conexiones entre dos o más puntos definidos a fin de facilitar la comunicación entre ellos. En particular, una red real puede, para una instancia de comunicación determinada:*

- a) actuar para la transferencia transparente de información únicamente (cualesquiera que sea la aplicación), o*
- b) actuar también sobre la información relativa a la aplicación en sí.*

*Rec. X.300*

*Cualquier combinación de conmutador(es) o central(es) y /o redes y /o funciones de interfuncionamiento (FIF)*

*Rec. Z. 337*

*Todas las centrales de interés desde el punto de vista del servicio explotadas por la Administración o una empresa de un país.*

## **Red local**

*(Cofotel)*

*Red de telecomunicaciones que permite la comunicación dentro del área de servicio local autorizada y en su caso la interconexión de acceso a redes para servicios de larga distancia.*

## **Red de telecomunicación**

*Recs. I.112, Q.9*

*Conjunto de nodos y enlaces que proporciona conexiones entre dos o más puntos definidos para facilitar la telecomunicación entre ellos.*

*(Cofetel)*

*Sistema integrado por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario.*

*La infraestructura o instalación que establece una red de canales o circuitos para conducir señales de voz, sonidos, datos, textos, imágenes u otras señales de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos definidos por medio de un conjunto de líneas físicas, enlaces radioeléctricos, ópticos o de cualquier otro tipo, así como por los dispositivos o equipos de conmutación asociados para tal efecto.*

### **Señal**

*Recs. G.701, I.112*

*Fenómeno físico, una o varias de cuyas características pueden variar para representar información.*

### **Subred**

*Rec. X.200*

*Conjunto de uno o varios sistemas abiertos, intermedios que permiten la retransmisión y a través de los cuales los sistemas externos pueden establecer conexión de la red.*

*Nota: Una subred es una representación, dentro del modelo de referencia ISA (OSI), de una red real, como por ejemplo la red de una empresa de telecomunicaciones del sector público, una red privada o una red local.*

*Rec. X.300*

*Abstracción funcional de un conjunto de uno o más sistemas intermedios que proporcionan relevo y a través de los cuales los sistemas de extremo pueden establecer conexiones de red, relacionadas únicamente con las tres capas inferiores del modelo ISA.*

## **Protocolo**

*Recs. I.112, Q.9*

*Enunciado formal de los procedimientos que se han adoptado para asegurar la comunicación entre dos o más funciones en una misma capa de jerarquía de funciones.*

*Rec. Q.9*

*Conjunto de reglas y formatos que rigen el intercambio de información (de señalización o datos entre dos entidades pares).*

### **1.3 Componentes en un sistema de comunicaciones**

El objetivo de cualquier sistema de comunicaciones es el intercambio de información entre dispositivos o entidades; por ejemplo, envío de archivos a través de un programa de plática por Internet, intercambio de música, etc.

Elementos básicos:

**Fuente.** *Dispositivo que genera los datos a transmitir.*

**Transmisor.** *Transforma y codifica la información procesando la señal por medio de técnicas de modulación; de manera que la señal transmitida se adapte a las características del medio a través de una onda portadora. Por ejemplo, un módem recibe la información de manera binaria de la PC y la convierte a señales analógicas para ser transmitidas a través del cable telefónico.*

**Medio de transmisión.** *Enlace entre el transmisor y receptor; la información se transporta de un punto a otro y es la unión entre la fuente y el destino. Los medios pueden ser físicos (medios guiados) o por ondas electromagnéticas (medios no guiados) como par trenzado, cable coaxial, fibra óptica y microondas. Un medio de transmisión guiado puede ser de punto a punto o multipunto. La información se transmite en forma simplex, semidúplex y dúplex completo.*

**Modo simplex.** *La información viaja en un solo sentido.*

**Modo semidúplex (half duplex).** *La información se mueve en un sentido y luego en otro, pero no simultáneamente.*

**Modo dúplex completo (full duplex).** La información transita en ambos sentidos, puede ser primero en un sentido y luego en otro, o en los dos sentidos a la vez.

**Receptor.** Recibe la señal del medio de transmisión y la transforma, de manera que el dispositivo destino pueda entenderla; la información regresa a su forma original. Este proceso suele llamarse de modulación; un módem puede realizar esto.

**Destino.** Toma la información procesada por el receptor.

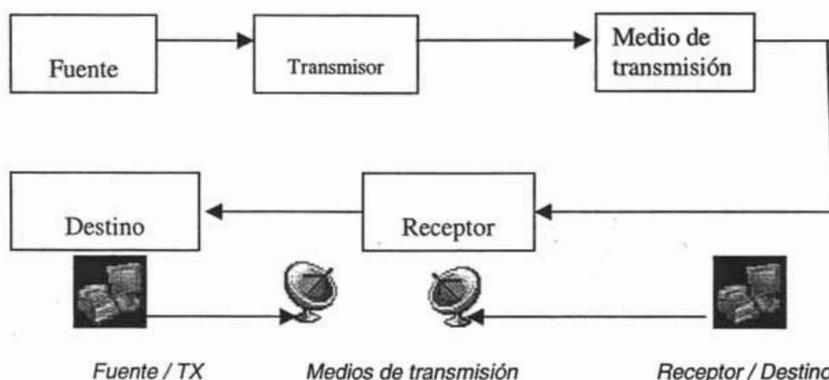


Figura 1.1 Componentes de un sistema de comunicaciones

#### 1.4 Modelo de referencia OSI (Recomendación X.200 UIT- T)

Las capas de la OSI (Open Systems Interconnect) fueron creadas por la ISO (International Standards Organization) con el propósito de tener una referencia para diversos dispositivos que reglamenta la UIT. Cada dispositivo está relacionado con alguno de sus siete niveles.

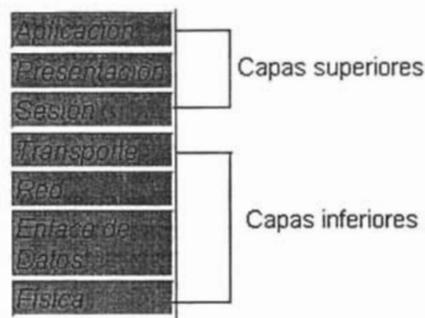


Figura 1.2 Niveles de referencia del modelo OSI

### 1.4.1 Capas superiores

Formadas por los niveles de adaptación, presentación y sesión; algunos autores les denominan "capas de aplicación", por la relación que tienen con la interfaz de usuario, formato de datos y acceso a aplicaciones.

**Capa de adaptación.** Es el nivel más alto y de acceso al modelo OSI; el usuario o software se comunican con diversos protocolos para acceder a la red. Proporciona soporte para servicios como correo electrónico, transferencia de archivos y administración de bases de datos. Ejemplos: HTTP, FTP, Telnet, SMTP, DNS, SNMP, X Windows, DHCP, BOOTP, NTP, TFTP, NDS (Novell)

**Capa de presentación.** Representación de programas y servicios de aplicación como compresión, criptografía y conversores de código. Se encarga de la conversión y codificación de datos provenientes del nivel de aplicación, de manera que la información enviada pueda comprenderla la capa de aplicación de cualquier otro sistema. Por ejemplo, los formatos de imagen JPEG y GIF que se muestran en las páginas WEB, pueden visualizarse utilizando navegadores como Netscape e Internet Explorer, sin importar el sistema operativo utilizado.

**Capa de sesión.** Controla la comunicación entre aplicaciones. Inicia, administra y termina las sesiones entre dos dispositivos de la capa de presentación. Solicita peticiones y respuestas de servicios, puede intercambiar o sincronizar la información de forma ordenada en un sentido o ambos entre aplicaciones de equipos diferentes.

*Ejemplos: Cuando se entabla una comunicación con un servidor remoto y que solicita un comando de entrada (login); al proporcionarlo y después de verificarse, inicia la sesión con el host remoto.*

*La computadora informa de una suspensión en el proceso de impresión por falta de papel en la impresora.*

*Termina la sesión con el equipo remoto mediante un comando de salida denominado "logout".*

#### **1.4.2 Capas inferiores**

Las cuatro capas restantes definen la manera en que deben transferirse los datos a través de un medio físico hacia un equipo o puesto de trabajo destino y finalmente hasta su aplicación (usuario)

**Capa de transporte.** *Intercambia información de un extremo a otro; los datos se entregan a la capa de sesión en orden, sin errores, pérdidas ni duplicados.*

*Optimiza los servicios de redes proporcionando calidad en el servicio que se requiera. Por ejemplo, el nivel de sesión puede solicitar un ancho de banda determinado, retardos máximos, prioridad y nivel de seguridad. TCP, UDP, SPX (Novell), NetBEUI son algunos ejemplos de protocolos en esta capa.*

**Capa de red.** *Envía paquetes de información a través de redes separadas geográficamente buscando la ruta más conveniente; evita que las capas superiores pierdan tiempo indagando el tipo de transmisión de datos y tecnologías de conmutación utilizadas.*

*Estas son algunas de sus características:*

*Direccionamiento lógico y enrutamiento: Agrega un encabezado al paquete que llega de la capa superior; incluye direcciones lógicas de origen y destino. Los dispositivos de esta capa almacenan los datos en una tabla de enrutamiento que facilitará la manera de encontrar el trayecto más conveniente para enviar la información. Ejemplos de protocolos: IP, enrutamientos (OSPF, IGRP, GGP, EGP, BGP, RIP), ICMP, IPX (novell), X.25. Algunos se explicarán en el capítulo 3.*

**Capa de enlace.** *Proporciona un canal fiable para la transmisión de datos sobre un medio físico; ensambla los bits*

de la capa física en grupos de tramas, asegurando que el envío sea lo mejor posible. Verifica y corrige errores provenientes de la capa física. cuando se detecta un error en la información, notifica al transmisor que la retransmita.

El nivel se divide en dos subcapas:

**LLC (Logical Link Control -Control Lógico del Enlace-)**  
Especifica la manera en que deben transferirse los datos a través del medio físico y suministra servicios de enlace de datos a las capas superiores.

**MAC (Medium Access Control -Control de Acceso al Medio-).** Determina quién usará la red cuando múltiples dispositivos están intentando ingresar simultáneamente; generalmente ocurre en estándares como: Token Passing, Ethernet y CSMA/CD.

Algunos protocolos de esta capa son: IEEE 802.3 (CSMA/CD), 802.5 (token passing), FDDI token passing, 802.6 MAN DQDB, VLANs, ATM Adaptation Layer, ISDN y Frame Relay, entre otros.

**Capa física.** Se encarga de la transmisión de bits a través de un canal de comunicación; garantiza que lleguen a su destino sin errores. Especifica los tipos de señal (analógica o digital), codificación, sincronización y modulación, enlace (punto a punto o multipunto), modo de comunicación (semidúplex, dúplex completo o símplex), topología utilizada, conectores, velocidad de transmisión, ancho de banda, niveles de voltaje, características eléctricas, mecánicas, funcionales y de procedimiento para activar, mantener y terminar el enlace físico entre dispositivos

Ejemplos: Interfaces físicas y estándares RS-232 (V.24), X.21, RS-449/RS-422, V.35, RS-530, USB, FireWire (IEEE 1394), SCSI, RJ11, RJ 45/RJ 48, ETHERNET y IEEE 802.3

#### 1.4.3 Dispositivos que utilizan el modelo OSI

##### Capa física:

**Concentradores** (hub en inglés). Se utilizan en Redes de Área Local; unen redes, dispositivos o segmentos separados en una punto central (hub); todos los elementos conectados al concentrador,

comparten los mismos medios (dominios de difusión, colisión y ancho de banda). No toma decisiones, solamente reenvía la señal a otros puertos; es decir, divide la señal entre múltiples usuarios. Los medios de transmisión son fibra óptica, par trenzado o coaxial.

Pueden usarse varios concentradores para ampliar el tamaño de la red conectando dos o más; este arreglo se denomina **“backbone o red troncal”**. Su función es interconectar dispositivos de red en un edificio, áreas extensas o campus y controlar el tráfico interno de la red.

**Repetidor.** Reamplifica, regenera y retransmite la señal, permite el cambio de medio de transmisión, por ejemplo de coaxial a par trenzado o viceversa; no detecta ni corrige errores, excepto algunos que tienen la posibilidad de filtrar las señales.

#### Capa de enlace:

**Puente** (gateway, en inglés). Une redes separadas físicamente pero lógicamente unidas, expande el tamaño de la red, determina si las tramas deben ser enviadas a otro segmento; además puede tomar decisiones.

Detecta las tramas de cada segmento, analiza cada trama y direcciones de origen; éstas se guardan en su memoria por medio de una tabla de envío que también contiene una lista de todos los puestos finales (direcciones destino). Cuando detecta una trama, compara su dirección destino con la tabla de envío; existen tres casos:

- El dispositivo está en la misma red, entonces evita que la trama se dirija a otro segmento. Este procedimiento se conoce como **“filtrado”**
- Cuando el equipo destino está en otra red, envía la trama hacia ella. Se denomina **“segmento apropiado”**
- La dirección destino es desconocida y decide enviar los datos a todos los segmentos, excepto al que lo envió.
- Este proceso se denomina **“inundación”**.

**Conmutador** (switch, en inglés). Toma decisiones basándose en direcciones MAC, mantiene el mismo ancho de banda para cada puerto de salida; conmuta los datos solamente hacia el puerto donde está localizado el host destino apropiado. En el capítulo 3 se explicará más detalladamente.

### Capa de red:

**Enrutador** (router, en inglés). Conduce el tráfico entre dos o más redes LAN y WAN; determina la dirección destino de los paquetes, decide por dónde enviarlos y selecciona el mejor trayecto, determinando las rutas más rápidas, menos saturadas y menos costosas.

Factores a considerar entre un switch y router.

- Cuáles son las direcciones destino
- Fuente de información (desde otro router podrá aprender las rutas hacia los destinos especificados)
- Posibles rutas iniciales hacia los destinos deseados
- Cuáles son los mejores caminos a los destinos específicos

### **1.5 Clasificación de redes**

Existen diversas clases de redes y una forma de agruparlas es de acuerdo los servicios que ofrecen:

-Redes de datos

Utilizado por ciertas compañías, como por ejemplo: beepers, celulares, proveedores de Internet, voz en paquetes (VoIP).

-Redes de video

Proporcionado por compañías de televisión restringida y estaciones televisoras.

-Redes de voz

Suministrado por empresas telefónicas.

-Redes multimedios

Distribuido por compañías que integran voz, video y datos simultáneamente.

En Telecomunicaciones, las redes son clasificadas de acuerdo a la cobertura: LAN (Redes de Área Local), MAN (Redes de Área Metropolitana), WAN (Redes de Área Extensa), GAN (Redes de Área Global), DAN (Redes de Escritorio) y SAN (Redes de Almacenamiento).

### **1.5.1 Topologías**

*Una topología es la parte fundamental que materializa los caminos de una red de comunicaciones, su forma es un factor que determina el rendimiento y funcionalidad de ésta.*

*Para su estudio se dividen en:*

*1.- Topología física. Posición que ocupan las máquinas, dispositivos de red y cableado en ésta.*

*2.- Topología lógica. Es la manera en que se comunican las máquinas a través del medio físico. Las dos formas más comunes son broadcast (Ethernet) y transmisión de tokens (Token Ring)*

*Dentro de la topología física están:*

- *Topología en Bus lineal*
- *Topología en anillo*
- *Topología en estrella*
- *Topología en árbol*
- *Topología en malla*
- *Topología en Bus o (ducto)*

*Topología en Bus lineal*

*Aquí las máquinas están conectadas a una toma de conexión colocada en forma lineal. Las máquinas permanecen a la escucha de lo que se transmite en el ducto.*

*Para este tipo de topología no se necesita de algunas determinaciones para eliminar las tramas que en algún momento se llegaron a transmitir por la red, cuando la señal llega a su destino final, la trama que la transporta es absorbida por el terminador.*

*Una red en Bus lineal tiene los siguientes inconvenientes:*

*- Como consta de un solo canal de transmisión, en caso de que éste falle la red dejará de funcionar.*

*- En caso de realizar reparaciones en la red, éstas se pueden independizar.*

*- Cuando se agregan estaciones a la red, disminuye su velocidad de transmisión.*

- No todas las estaciones pueden acceder al mismo tiempo, pues habrían colisiones.

#### Funcionamiento:

Quando una estación desea transmitir envía una trama de información que pasa a través del Bus lineal, si pasa por una estación a la que no fue enviada, es ignorada por la terminal, sólo hasta que llega al equipo destinado y éste copia la información, luego la trama que transmitía esta información es absorbida por el terminador situado en el extremo de la red.

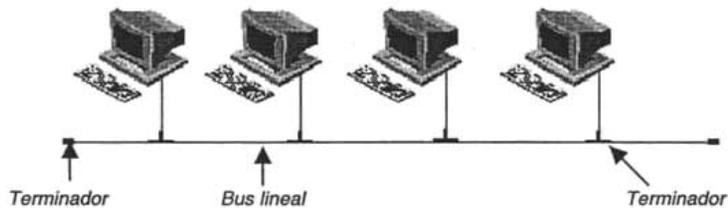


Figura 1.3 Bus lineal

#### Topología en anillo

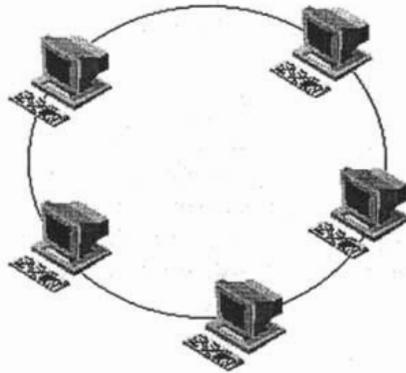
Está constituida por repetidores unidos por nodos uno tras otro en el cable hasta formar un círculo. La información se transmite en tramas en un solo sentido y de esta manera circula a través del anillo.

#### Funcionamiento:

Una trama circula por el anillo pasando por todas las estaciones, si la trama enviada no corresponde a la terminal destinada, ésta la deja pasar y cuando llega a la máquina a la que fue enviada, esta va a copiar la información contenida en la trama.

Como el anillo se comparte con varias estaciones, requieren de una supervisión mediante una técnica de control de acceso al medio.

Una de sus desventajas es que si llega a fallar un nodo, la red dejará de funcionar si no se tiene relevador para mantener la integridad de la línea.



**Figura 1.4. Topología en anillo**

### *Topología en estrella*

*Generalmente esta topología es utilizada en redes LAN.*

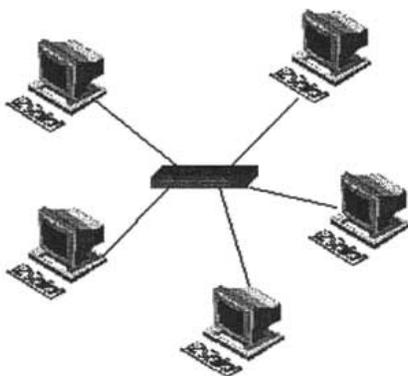
*En este tipo de topología todas las estaciones están conectadas a un nodo central a través de dos medios del mismo tipo, de los cuales uno transmite y el otro recibe; hay dos modalidades para el nodo central:*

*Una es que al transmitir una trama por parte de la estación ésta se retransmite por los dos medios de transmisión de salida del nodo central.*

*Otra es que el nodo central funcione como conmutador de tramas. La trama que sea enviada de una terminal se almacena en el nodo y se vuelve a retransmitir hacia la estación de destino.*

*En caso que llegue a fallar una estación no perjudica a las terminales conectadas a la red.*

*Este tipo de red es muy utilizada para trabajos pesados de información y puede conectarse gran número de elementos en la red. Si llega a fallar el concentrador, la red dejará de funcionar.*



**Figura 1.5 Topología en estrella**

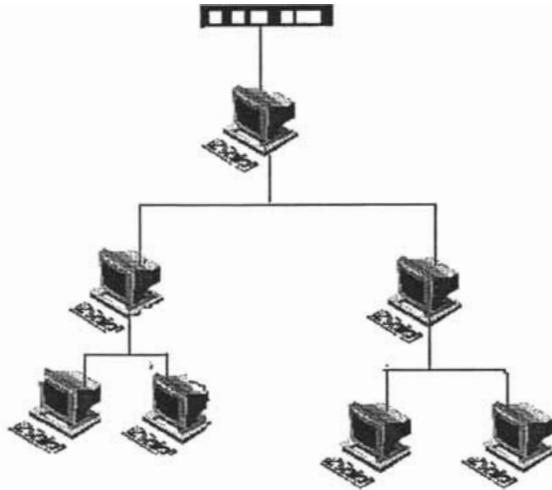
### *Topología en árbol*

*Su medio de transmisión es un cable ramificado sin nodos cerrados, comienza en un ordenador principal que transmite y procesa la información. En esta topología uno o más cables se conectan del ordenador principal y estos cables representan ramas que a su vez disponen de otras. Para transmitir a una estación se propaga en el medio de transmisión, pasando por varias terminales hasta llegar a su destino.*

*Esta topología presenta dos problemas:*

*-Se solicita alguna metodología para indicar a quién va dirigida la información.*

*-Si dos estaciones desearan transmitir simultáneamente, habrá errores, o si una estación transmite por un tiempo largo, no dejará a las demás terminales enviar información.*

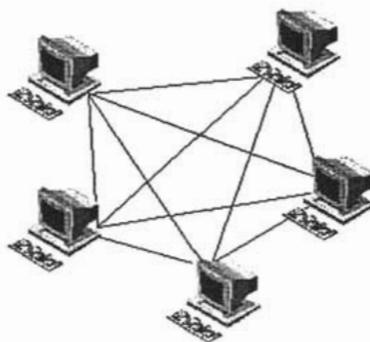


**Figura 1.6 Topología en árbol**

### *Topología en malla*

*Utiliza conexiones redundantes entre las estaciones, que la hace infalible a que se sature; cada dispositivo está conectado a otro por más de una conexión y ello permite que continúe en operación si alguna terminal deja de funcionar, las demás continúan funcionando pues la información toma mas de un camino.*

*Una de sus desventajas es que registran dificultades para configurar y difícil de solucionar problemas al momento, además de tener alto costo por la cantidad de cable utilizado.*



**Figura 1.7 Topología en malla**

## *Arquitecturas lógicas*

*Dentro de éstas encontramos Ethernet (CSMA/CD) y Token Ring.*

*La tecnología ethernet se utiliza en las redes LAN, se implementan con una topología física estrella y Bus que maneja velocidades de 10-100 Mbps.*

*(CSMA/CD) Acceso Múltiple por Detección de Portadora y Detección de Colisiones, el cual permite que todas las terminales puedan acceder al mismo medio. Con ello todas las terminales pueden actuar como receptoras, pero la información se transmite por partes.*

*Si dos estaciones escuchan que no hay tráfico y desean transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión y por ello deben volver a transmitir más tarde.*

*Ethernet es tecnología broadcast de medios compartidos. El acceso al medio CSMA/CD que se utiliza en Ethernet ejecuta tres funciones:*

*-Transmitir y recibir paquetes de datos.*

*-Decodificar paquetes de datos y verificar que las direcciones sean válidas antes de que sean enviadas a las capas superiores del modelo OSI.*

*-Detectar los errores en los paquetes de datos o en la red.*

*El desaprovechamiento surgido durante una colisión y los problemas que acontecen durante la transmisión de tramas largas se reduce si una terminal permanece a la escucha durante la transmisión, para lo cual se han establecido reglas para la técnica CSMA/CD:*

*-Una estación transmite si el medio está libre; de lo contrario, se pasa a la siguiente regla.*

*-Si el medio se encuentra ocupado permanece la terminal a la escucha hasta que se libera el canal y transmite inmediatamente.*

*-Si se detecta una colisión las terminales transmiten una alerta que indique ello y asegurar que las demás terminales estén enteradas.*

*-Después de transmitir la alerta se espera un intervalo de tiempo de duración aleatoria, con lo cual se vuelve a transmitir nuevamente, iniciando desde la primera regla.*

### Formato de protocolo 802.3 de una trama MAC:

Preámbulo	SFD	DA	SA	Longitud	Datos LLC	Relleno	FCS
(7 octetos)	(1 octeto)	(6 octetos)	(6 octetos)	(2 octetos)	(46 - 1500 octetos)	$\geq 0$	(4 octetos)

SFD = Delimitación del comienzo de trama "start of frame delimiter"

SA = Dirección de origen "destination address"

DA = Detección del destino "source address"

FCS = Secuencia de comprobación de trama "frame check sequence"

**Preámbulo:** usa un patrón de 7 bits ceros o unos alternados y se usa para realizar sincronización entre emisor y receptor.

**SFD:** Delimitador de comienzo de trama es la secuencia de bits 10101011, indica el inicio de la trama y habilita al receptor para que localice el primer bit de la trama.

**DA:** Dirección de destino que sirve para especificar hacia donde se dirige la trama.

**SA:** Dirección de origen indica la estación encargada de enviar la trama.

**Longitud/tipo:** Contiene la longitud de campo de datos LLC que indica el tamaño máximo de la trama, excluyendo el preámbulo y el SFD.

**Datos LLC:** Es un campo de 46 a 1500 bytes que se designan para compartir entre dos usuarios.

**Relleno:** Se encarga de rellenar la trama para que funcione correctamente la técnica de colisión de errores.

**FCS:** Secuencia de comprobación de trama es la comprobación redundante encargada de controlar la secuencia del formato de la trama.

#### Anillo con paso de testigo

#### Control de acceso al medio en IEEE 802.5

Es una técnica en anillo con paso de testigo que envía una pequeña trama que se denomina testigo "token" que circula cuando las estaciones están libres. Al momento en que una de esas estaciones desea transmitir, ésta espera al testigo cambiando uno de sus bits, después la estación añade su información y transmite los campos que

se necesitan para la construcción de la trama. A continuación se explicará el funcionamiento del token.

-El token circula en forma permanente por la red

-Cuando una terminal desea transmitir, captura el token

-Cambia el primer bit para identificarlo como un marco de datos, añade los datos, una dirección y los envía.

-Cada terminal verifica si la dirección es la suya y si no, retransmite los datos

-Cuando la dirección destino recibe los datos, verifica que la información esté correcta, copia el mensaje, lo marca como recibido y lo regresa al anillo

-La terminal que transmite retira el marco original y genera de nuevo al token

## **1.6 Estándares Ethernet**

Única organización encargada de gestionar las configuraciones físicas del comité IEEE 802.3, el cual tiene la ventaja de que sus normas se siguen adaptando a la evolución tecnológica aunque han surgido nuevas opciones, sin embargo se ha ofrecido una variedad de estándares que se adaptan a las necesidades. Hay tres factores en los que el comité ha dado importancia para distinguir las implementaciones con que se dispone.

- -Velocidad de transmisión en Mbps
- -Método de señalización
- -Longitud máxima del segmento

### *Especificación del medio 10 Base 5*

Se basa principalmente en Ethernet, se usa en redes LAN, el medio de transmisión utilizado es cable coaxial de 50  $\Omega$  y el tipo de señalización digital es en código Manchester. Su longitud máxima es de 500 m. Que se pueden extender mediante la utilización de repetidores, por norma se pueden colocar 4 repetidores como máximo, con lo cual se puede ampliar la longitud hasta 2.5 Km

### *Especificaciones para el medio 10 Base 2*

También se emplea en redes LAN, su medio de transmisión es cable coaxial de 50  $\Omega$ , su señalización se realiza por medio de código Manchester, una diferencia con el otro tipo de cable es que éste es más fino y permite que se realicen más derivaciones a menor distancia que con el medio 10 Base 5.

No se deben mezclar segmentos de los medios 10 Base 2 con 10 Base 5, ya que el troncal debe ser inmune al ruido. La máxima longitud del segmento es de 185 m.

#### *Especificación del medio 10 Base T*

Se puede desarrollar para redes LAN que transmiten a velocidades de 10 Mbps, se utiliza en edificios corporativos y negocios; se une como el cable telefónico.

La especificación de 10 Base T se establece para topologías en estrella, donde las estaciones se conectan a un repetidor multipuerto (HUB) con cable trenzado.

Este tipo de estándares acepta una longitud máxima de 100 m., su desventaja es que sólo acepta un nodo por segmento.

#### *Especificación de medio 10 Base F*

Se utiliza para grandes distancias, su medio de transmisión es fibra óptica que transmite en un solo sentido; existen tres especificaciones.

##### *10 Base FP (Pasiva)*

Se utiliza para topología en estrella pasiva; su uso es para la conexión de estaciones y repetidores con una separación de 1 Km

##### *10 Base FL (Enlace)*

Su uso es para enlaces punto a punto, se conecta con estaciones o repetidores con una distancia máxima de 2 Km

##### *10 Base FB (Troncal)*

También su uso es para enlaces punto a punto y se conecta con repetidores a una distancia máxima de 2 Km

## Estándar Fast Ethernet

Fue creado con la idea de mejorar algunas fallas que se dan en el estándar 10 Base T, la transmisión de este tipo de redes es a una velocidad de 100 Mbps, se utiliza en topologías en estrella para fibra óptica. Con el objetivo de hacerla compatible con Ethernet 10 Base T, Fast Ethernet preserva los formatos de paquetes y las interfaces, pero aumenta su velocidad.

En este tipo de redes se usan cables de cuatro pares trenzados de clase 3, de los cuales uno va al HUB central, otro viene desde el HUB y los otros dos pares son conmutables. La codificación ya no es por Manchester, sino por señalización ternaria, con la cual se pueden transmitir 4 bits a la vez. También se puede implementar Fast Ethernet con cableado de la categoría 5 en topología de estrella (100BaseTX), pudiendo entonces soportar hasta 100 Mbps con transmisión full dúplex. En la figura 1.8 se muestra la tecnología utilizada en las distintas especificaciones.

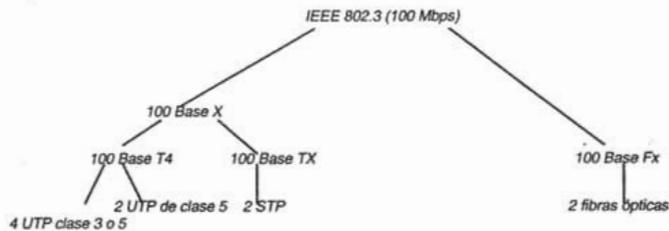


Figura 1.8 Opciones 10 Base T, según IEEE 802.3

Todas las opciones 100 Base T usan protocolo MAC; 100 Base X identifica las opciones que usan las especificaciones del medio físico empleadas para la Interfaz de Datos Distribuida por Fibra FDI (Fiber Distributed Data Interface). Los esquemas 100 Base X utilizan dos enlaces físicos uno para transmisión y otro para recepción, además de hacer uso de pares trenzados apantallados (STP). 100 Base FX utiliza como medio fibra óptica.

Para sustituir cualquier opción de 100 Base X una alternativa menos costosa es 100BaseT4.

## Estándar Gigabit Ethernet

Fue formado por el comité IEEE 802.3 como un grupo para trabajar a alta velocidad, su velocidad es de un gigabit por segundo.

Se adapta al protocolo CSMA/CD, a procesos de Ethernet a 10 Mbps y 100 Mbps, es compatible con 100 Base T y 10 Base T. La demanda de Gigabit Ethernet se ha incrementado debido al incremento de las organizaciones que están instalando 100 Base T, que da como resultado el incremento de tráfico en las troncales.

### 1.7 Medios de transmisión

Los medios de transmisión se clasifican en guiados y no guiados, en los primeros su capacidad de transmisión esta en términos de la velocidad con que se transmite y el ancho de banda y éstos a su vez dependen de la distancia y del medio utilizado como enlace punto a punto o multipunto.

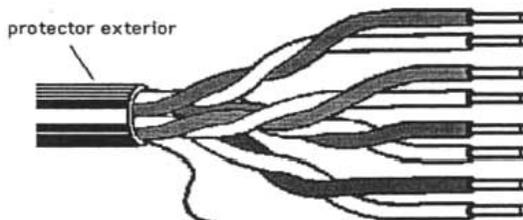
Los tres medios guiados más utilizados para transmitir datos son par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

El par trenzado es el medio más económico y es el que se utiliza por redes telefónicas, cuyo tráfico de voz mediante señalización analógica, pero se puede utilizar para tráfico digital su velocidad de transmisión es de 64 kbps, también es utilizado en redes LAN para la conexión de computadoras. La velocidad de transmisión en éstas es de 10 Mbps. Para largas distancias, transmitiendo a velocidades de 4 Mbps o mayores.

Comparativamente con el cable coaxial y la fibra óptica, éste tiene menor ancho de banda, transmite a menor velocidad y muy susceptible a interferencias y al ruido debido a su construcción de cables paralelos si se coloca junto a otro que conduzca corriente alterna habrá un acoplamiento de campos magnéticos

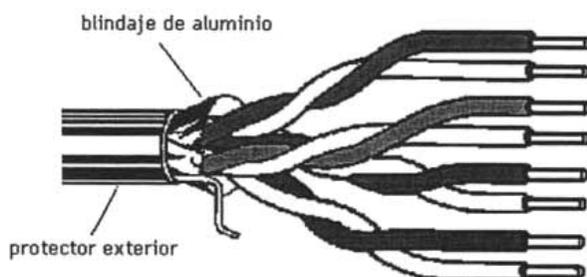
Existe par trenzado en dos modalidades: apantallados y sin apantallar.

El no apantallado es el cable telefónico susceptible al ruido, es más económico y el par trenzado apantallado está constituido por una malla metálica que se sitúa alrededor de los cables que elimina las interferencias, éste es más caro y más difícil de manipular que el par no apantallado.



Impedancia:  $50 \Omega$  RG58  
Diámetro del conductor: 0.9mm  
Nodos por segmento: 30 Long. máxima (con repetidores): 1,500 metros.

**Fig. 1.9 Construcción física para el par trenzado**



**Figura 1.10 Par trenzado apantallado**

Tiene las mismas características que el anterior sólo que este cuenta con un blindaje.

El UTP se utiliza comúnmente para aplicaciones de redes Ethernet; el término UTP generalmente se refiere a los cables categoría 3, 4 y 5.

*Categoría 1 - Voz solamente*

*Categoría 2 - Datos 4 Mbps*

*Categoría 3 - UTP con impedancia de 100  $\Omega$  y características eléctricas, soportan frecuencias de transmisión de hasta 16 MHz. Puede ser usado con 10 Base T, 100 Base T4 y 100 Base T2*

*Categoría 4 -UTP con impedancia de 100 $\Omega$  y características eléctricas que soportan secuencias de transmisión de 20 MHz. Puede ser usado con 100 Base T y 100 Base T4*

*Categoría 5 - UTP con 100  $\Omega$  de impedancia característica, soportan frecuencias de transmisión de 100 MHz. Puede ser usado con 10 Base T, 100 Base T4, 100 Base T2 y 100 Base TX. A continuación se mostrará una tabla con las características de cada categoría de UTP.*

TIPO	USO
CATEGORÍA 1	VOZ SOLAMENTE (TRAFICO TELEFONICO)
CATEGORÍA 2	DATOS HASTA 4 Mbps
CATEGORÍA 3	DATOS HASTA 10 Mbps (ETHERNET)
CATEGORÍA 4	DATOS HASTA 20 Mb

*Cable coaxial.*

Este cable está constituido por un conductor cilíndrico interno rodeado por una malla metálica. El conductor interno se mantiene a lo largo de un eje axial mediante un aislante separado que es un material dieléctrico sólido. El cable coaxial es menos susceptible al ruido que el par trenzado, este cable se puede colocar a mayores distancias.

Se utiliza sobre todo en televisión, comunicación a larga distancia, redes de área local, etc.

Además se utiliza para transmitir señales analógicas y digitales, tiene mejor respuesta en frecuencia que el par trenzado; también permite mayores velocidades de transmisión.



figura 1.11 Estructura del cable coaxial

*Fibra óptica*

Es un medio de transmisión flexible utiliza un haz de luz para enviar información; constituida de cristal o plástico. Un conductor de fibra óptica se forma por tres partes, una es el núcleo que es la sección más interna y se constituye por una o varias fibras de cristal o plástico y tiene un diámetro de entre 8 y 100  $\mu\text{m}$ ., otra es el revestimiento que cubre cada una de estas fibras y una más de cristal con propiedades diferentes a las del núcleo. La separación entre el núcleo y el revestimiento actúa como un reflector que concentra el haz de luz, la capa exterior que envuelve uno o varios revestimientos es la cubierta, constituida de plástico y otros materiales colocados en capas que proporcionan protección contra la humedad, abrasivos, aplastamientos y otros factores externos.

En comparación con el par trenzado y el cable coaxial, tiene mayor capacidad de transmisión que es de cientos de Gbps a decenas de kilómetros de distancia, menor tamaño y peso, que disminuye la infraestructura necesaria para su instalación, disminuye la atenuación significativamente en comparación con los

otros dos medios de transmisión mencionados, con aislamiento electromagnético que no permite que se vea afectado por los campos electromagnéticos exteriores.

#### *Características de transmisión*

Existen diferentes modalidades que se adaptan a las condiciones de transmisión:

-Multimodal de índice discreto. Este tipo de fibra es más adecuado para transmitir a distancias cortas.

-Monomodo. Ofrece mejor transmisión debido a que viaja por un solo camino, normalmente se ocupa en grandes distancias.

-Multimodo de índice gradual. Este tipo de fibras se utiliza en redes de área local.

#### *Medios de transmisión inalámbrica*

Este tipo de transmisión se lleva a cabo mediante antenas; existen dos tipos de configuraciones: direccional y omnidireccional. En la primera, la antena de transmisión emite energía, concentrándola en un solo haz, en la segunda se emite energía en todas direcciones, con lo que se logra que varias antenas reciban la señal.

Existen tres rangos de frecuencias para las comunicaciones inalámbricas, de 2 GHz a 40GHz, que se denominan frecuencias de microondas, con las que se pueden obtener enlaces altamente direccionales de punto a punto. Las microondas se emplean para enlaces vía satélite. Otro rango de frecuencias va desde 30 MHz a 1 GHz, que se utilizan en aplicaciones omnidireccionales y a este rango se le denomina intervalo de ondas de radio. El otro rango de frecuencias tiene aplicaciones para cobertura local de los infrarrojos y su rango de frecuencia va desde 300 GHz hasta los 200 THz; tiene aplicaciones en redes de área local inalámbricas punto a punto, así como multipunto en espacios pequeños y cerrados.

#### *Microondas terrestres*

Las antenas más comunes para este tipo de microondas son las parabólicas, cuyo tamaño típico es de 3 metros. Para llevar a cabo transmisiones a larga distancia se utiliza la concentración de enlaces punto a punto entre antenas situadas en torres adyacentes, hasta que cubren la distancia requerida.

## Aplicaciones

Se usa en sistemas de telecomunicación de larga distancia, para las que no alcanza en cable coaxial ni la fibra óptica, requieren de un menor número de repetidores o amplificadores, pero necesitan antenas que estén alineadas; las microondas se utilizan para la transmisión de voz, televisión y también se emplea para comunicación entre edificios cercanos.

### Microondas por satélite

Un satélite es una estación retransmisora de microondas; se utiliza para transmitir a dos o más estaciones receptoras llamadas estaciones base, el satélite recibe la señal en una banda de frecuencias que amplifica y la retransmite en otra banda de frecuencias. Los satélites operan en una banda nombrada transponders.

## Aplicaciones

Se emplea en distribución de televisión, donde una emisora local proporciona la programación y ésta se transmite al satélite que lo distribuye a todas las estaciones receptoras que lo hacen llegar a los usuarios finales, cada vez más las televisoras de acceso restringido emplean el satélite como medio para obtención de su programación y se le denomina difusión directa vía satélite (Direct Broadcast Satellite –DBS-), donde la señal se transmite desde el satélite al domicilio de los usuarios.

### Ondas de radio

Se diferencian de las microondas en que éstas son omnidireccionales y en las microondas su transmisión es más direccional. Las ondas de radio no requieren antenas parabólicas ni que éstas estén alineadas.

### Infrarrojos

Su comunicación se realiza mediante la transmisión y recepción que modulan luz infrarroja. Una desventaja de los infrarrojos es que no pueden atravesar las paredes y las microondas sí las atraviesan.

## 1.8 Redes de Área Local (LAN)

En este tipo redes se utilizan dispositivos que se conectan dentro de una pequeña área de algunas decenas de metros que se ven limitadas por el tipo de medio de transmisión, para cable coaxial es de 500 m., par trenzado 90 m. o fibra óptica hasta 1 km.

Su utilización, por ejemplo, es en edificios, oficinas, pero además se pueden conectar varias LAN en estos mismos espacios.

En estas redes se pueden compartir recursos, como discos duros, impresoras, que pueden ser usados por todos los usuarios de una red LAN departamental. También esta red puede servir como vínculo entre servidores corporativos mayores; como ejemplo, un servidor puede proporcionar acceso controlado de información a estos recursos.

Mediante las redes LAN se puede dar servicio a computadoras personales y estaciones de trabajo, incluso en aquellas dependencias en las que un ordenador principal era el que gestionaba todas las actividades, se ha transferido parte de la carga a redes de computadoras personales.

#### *Redes de respaldo y almacenamiento*

Se utilizan para interconectar grandes sistemas de computadoras centrales y dispositivos de almacenamiento masivo; sus características son:

-Alta velocidad: velocidades de 100 Mbps o mayores que satisfacen las necesidades de gran volumen de tráfico.

-Interfaz de alta velocidad: las operaciones de transferencia de información se hace mediante interfaces de entrada/salida paralelo de alta velocidad. Por lo tanto el enlace físico entre estación y red se realiza a alta velocidad.

-Acceso distribuido: se requiere de un control distribuido de acceso al medio (MAC) para que varios dispositivos compartan el medio a través de un acceso eficiente.

-Distancia limitada: generalmente estas redes LAN se instalan en salas con número reducido de habitaciones.

-Número limitado de dispositivos: es de algunas decenas el número de computadoras principales y dispositivos de almacenamiento masivo de alto costo.

### **1.9 Redes de Área Metropolitana (MAN)**

Las redes MAN (Metropolitan Area Network) son un conjunto de LAN's que se encuentran dispersas en una ciudad, utilizan tecnologías de transmisión tales como Frame Relay, ATM, xDSL (Suscripción de Línea Digital), ISDN, E1/T1, etc.

El tamaño que abarcan estas redes es de un área de unos 10 Km

Típicamente se instalan en empresas y organizaciones que tienen distintas oficinas repartidas dentro de un área metropolitana.

Los medios de transmisión empleados en este tipo de red son UTP, fibra óptica y microonda.

### **1.10 Redes de Área Extensa (WAN)**

Las redes WAN (Wide Area Network) cubren un área geográfica grande, requieren de atravesar redes de acceso público, tienen un tamaño superior a las MAN y consiste en varios host o redes LAN conectados por una subred, éstas a su vez se forman por líneas de transmisión interconectadas por medio de ruteadores que se encargan de dirigir la información en paquetes hacia la LAN o host adecuados, su tamaño fluctúa entre 100 y 1,000 Km.

Para su conmutación utilizan circuitos de entidad proveedora de telecomunicaciones. Las WAN están compuestas por varios dispositivos de conmutación interconectados, al transmitir por cualquier dispositivo de esta red se encamina a través de los nodos internos hasta llegar a su destino, a estos nodos no les concierne el contenido, ya que dan servicio de conmutación para transmitir la información.

Para la conmutación de los paquetes se emplean ciertas tecnologías, ya que para datos con grandes extensiones y algunas de éstas son ATM, Frame Relay, RDSI de Banda Ancha.

Su conectividad se realiza por medio de fibra óptica, microondas y vía satélite.

### **1.11 Redes de Área Global (GAN)**

Las redes globales (Global Area Network) son promovidas por múltiples aplicaciones que permiten a los usuarios acceder a la información, además de alcanzar un mayor nivel de productividad en escala global y soportar varias aplicaciones, proveedores de servicios. Esta conectividad global se estimula mediante el protocolo ATM, proveen una conectividad desde una dimensión local hasta una global. Una de las aplicaciones que se utiliza más es la red Internet. Son redes de cobertura mundial, une todas las redes.

### **1.12 Redes de Escritorio (DAN)**

Las redes de escritorio (Desktop Area Network) son para trabajar a altas velocidades; utilizadas para aplicaciones de redes virtuales (VLAN ) multimedia. Ejemplo de estas redes: LAN Switching y ATM.

### **1.13 Redes de Área de Almacenamiento (SAN)**

Las redes SAN (Storage Area Network) es una infraestructura que permite conectar cualquier tipo de servidor con cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento a través de una red de alta velocidad de conmutadores de canal de fibra. Estos conmutadores forman el núcleo de la red SAN. El resultado de esta red es un alta disponibilidad de datos.

Instalar una red SAN es económica y produce un alto rendimiento de capital invertido al reducirse en gran medida el mantenimiento de los equipos informáticos y costos de gestión de datos.

Además, con una red SAN una organización puede agregar o reasignar recursos de almacenamiento sin que esto afecte a otras operaciones de negocio. El resultado es una alta disponibilidad de los datos. El enrutamiento de datos inteligente y el almacenamiento de datos que las redes SAN aportan a sus sistemas pueden reducir en gran medida sus necesidades de gestión..

Algunos de sus beneficios son: reducir los costos administrativos en TI, disminuir gastos en discos o cintas de almacenamiento, reducir la necesidad de hardware para copias de seguridad, diferir el gasto en infraestructuras de red LAN.



figura 1.12 Configuración de una red SAN

### 1.14 Arquitectura TCP/IP

Es el protocolo de comunicación más utilizado actualmente; las siglas TCP / IP se refieren a dos protocolos distintos:

TCP (Transport Control Protocol -Protocolo de la capa de transporte en el modelo- OSI)

### *IP (Internet Protocol -Protocolo de la capa de red-)*

*Ambas forman un conjunto de convenciones que especifican cómo debe realizarse el intercambio de datos entre computadoras personales a través de la red. TCP es un protocolo "abierto" pues se distribuyó gratuitamente y su implementación se realiza independiente del hardware sistema operativo y características técnicas de la red usada.*

*El usuario o administrador de una red puede implementarlo de acuerdo a sus necesidades .*

<i>Protocolo</i>	<i>RFC<sup>2</sup></i>
<i>Dirección para redes</i>	<i>1918</i>
<i>IP</i>	<i>791</i>
<i>TCP</i>	<i>793</i>
<i>ICMP</i>	<i>792</i>
<i>UDP</i>	<i>768</i>
<i>Telnet</i>	<i>854, 764 y otros</i>
<i>FTP</i>	<i>959, 542 y otros</i>
<i>ARP</i>	<i>826</i>
<i>SMTP</i>	<i>821</i>

*Algunos protocolos de la familia TCP / IP y número de RFC*

#### **1.14.1 Antecedentes**

*Inició en 1969 como un proyecto de investigación avanzada del Ministro de Defensa de EU. Surgió debido a la necesidad de implementar un sistema de comunicaciones capaz de resolver problemas en los nodos de conmutación de red. Las redes telefónicas en aquel tiempo eran muy centralizadas; las soluciones comerciales estaban patentadas y se basaban en un esquema jerárquico de interconexión entre terminales y computadoras centrales (mainframes).*

---

<sup>2</sup> RFC se refiere a notas o documentos de trabajo para la comunidad que desarrolla e investiga en Internet; su contenido puede ser sobre cualquier tema relacionado con comunicaciones entre computadoras. Es un informe sobre una reunión hasta la especificación de un estándar.

El Ministro de Defensa necesitaba comunicaciones de "igual a igual" (peer to peer, en inglés) descentralizadas, permitiendo la entrega de paquetes de información a alta velocidad entre los distintos nodos de computadoras de la red. Para ello, DARPA (Ministro de Defensa) subvenciona a la compañía Bolt Beranek & Newman (BBN), para proporcionar los enrutadores, administrar la red llamada ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network -Red de la Agencia de Proyectos Avanzados-). Además establecieron convenios con instituciones educativas e investigación relacionadas con el Departamento de Defensa (DOD) para implementar los nuevos protocolos en varias computadoras centrales o host (anfitriones) para simular las aplicaciones que permitieron un acceso diferente a los usuarios.

Años después, cuando la Fundación Nacional de la Ciencia (NCF -National Science Foundation-) requirió la construcción de una gran red para interconectar a las instituciones de investigación científica; adoptó un conjunto de protocolos ARPANET y comenzó a construir lo que ahora se conoce como Internet.

Las capas inferiores Física, Enlace y Red estaban implementadas en equipos experimentales de conmutación de paquetes y el conjunto de protocolos desarrollado para su transmisión era independiente del medio. La inteligencia se centró en los enrutadores; existían más computadoras que enrutadores.

Así nació el término "conexión remota" (remote login) y la transferencia de datos y archivos ejecutables.

La ejecución y control de tareas remotas abrió paso a los protocolos de aplicaciones. A medida que se multiplicaron las comunidades de interés, la transferencia de archivos provocó la creación del "correo electrónico".

En sus primeros diez años, IP se utilizó solamente en redes de paquetes (X.25) y líneas seriales dedicadas. En la década de los ochenta, el desarrollo de redes LAN y la distribución gratuita de TCP / IP en el Berkely UNÍX, contribuyeron en su aceptación internacionalmente. En 1986 se incluyó en los sistemas operativos de las computadoras personales y estaciones de trabajo (workstations) UNÍX.

Internet surgió en universidades, mientras en la industria informática se desarrollaban las redes de área local (LAN), debido a la necesidad de compartir recursos como: impresoras y servidores de archivos. Conforme ambas fueron adquiriendo popularidad, se desarrollaron vías de acceso (gateways) que intercambian la comunicación de protocolos entre redes; por ejemplo Novel (IPX), TCP/ IP y AppleTalk.

Las aplicaciones se desarrollaron para el intercambio y almacenamiento de información, como Archie, Gopher y otras, hasta que se fundó el Instituto de Investigación Nuclear Europeo (CERN); se desarrolló el lenguaje HTML (Hypertext

Mark Language) que dio origen a la navegación entre computadoras conectadas a Internet por medio del World Wide Web (Red mundial), logrando su uso público.

Microsoft y Netscape desarrollaron los primeros navegadores WEB basados en el código HTML (Microsoft Internet Explorer y Netscape Communicator)

#### 1.14.2 Conceptos básicos

- **IP** Proporciona tres funciones básicas:
  - a) Define la unidad para transferencia de datos.
  - b) Elige la ruta por la que se enviarán los datos.
  - c) Especifica cuándo se deben generar mensajes de error y las condiciones por las que se descartan los paquetes.
- **Intranet** Redes de comunicaciones privadas que pertenecen a una corporación a las que solamente pueden tener acceso las personas que laboran en ella, por medio de tecnologías IP y WEB.
- **Extranet** Tecnología que adoptan algunas empresas para restringir parte de la información de Intranet, solamente tendrán acceso clientes, compañías asociadas y proveedores, bajo un estricto control; el acceso se realiza por medio de Internet público utilizando navegadores como Netscape.
- **FTP (File Transfer Protocol -Protocolo de Transferencia de Archivos-)** Tipo cliente – servidor que permite el movimiento de archivos entre computadoras. Se pueden transferir archivos en código binario y permite controlar el acceso de los usuarios. Cuando un usuario solicita la transferencia de archivos, FTP establece una conexión TCP con el sistema remoto (destino) para intercambiar mensajes de control; de esta manera el usuario se identifica con un nombre y contraseña que generalmente son “anónimos”.
- **SMTP (Simple Mail Transport Protocol -Protocolo de Transporte de Correo Simple-)** Consiste en un conjunto de reglas basadas en el funcionamiento de los programas encargados de enviar y recibir correos.
- **SNMP (Simple Network Management Protocol -Protocolo de Gestión de Red Simple-)** Conjunto de normas para la comunicación

con dispositivos conectados a la red TCP/IP. Por ejemplo, concentradores, enrutadores y conmutadores.

- **Protocolo Internet** Enrutamiento de datagramas sin conexión y mínimo esfuerzo de distribución. Solamente busca el medio para llevar los datagramas a su destino.
- **Protocolo de Mensaje de Control de Internet (ICMP)** Servicios de control y mensajería.
- **Protocolo de resolución de dirección** Determina direcciones de enlace de datos del dispositivo destino para direcciones IP de destino conocidas.
- **Protocolo de resolución de direcciones inversas (RARP)** Determina la dirección de red de origen cuando se conocen las direcciones de la capa de origen.
- **TCP** Establece conexión en ambos extremos antes de transferir información; divide la información en pequeños paquetes para ser transmitidos en un medio. Pueden llegar a través de diversos caminos y en orden diferente al inicial; después enumera los paquetes para ensamblarlos nuevamente en el orden correcto.
- **TFTP (Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos)** Medio para transferir datos a través de una red que depende del UDP como protocolo de transporte.
- **UDP (Protocolo de Datagrama del Usuario)** Encargado de la transmisión de mensajes, no verifica la distribución.

Depende de los protocolos de las capas superiores, cambia su fiabilidad por velocidad. Ejemplos de protocolos son: TFTP, SNMP, Sistema de Archivos de Red (NFS), Sistema de Denominación de Dominio (DNS)

- **URL (Uniform Resource Locator -Localizador de Recursos Uniformes-)** Forma estándar de proporcionar la dirección de cualquier recurso en Internet que es parte del World Wide Web. Por ejemplo: [www.unam.mx](http://www.unam.mx)

### 1.14.3 Modelo TCP / IP

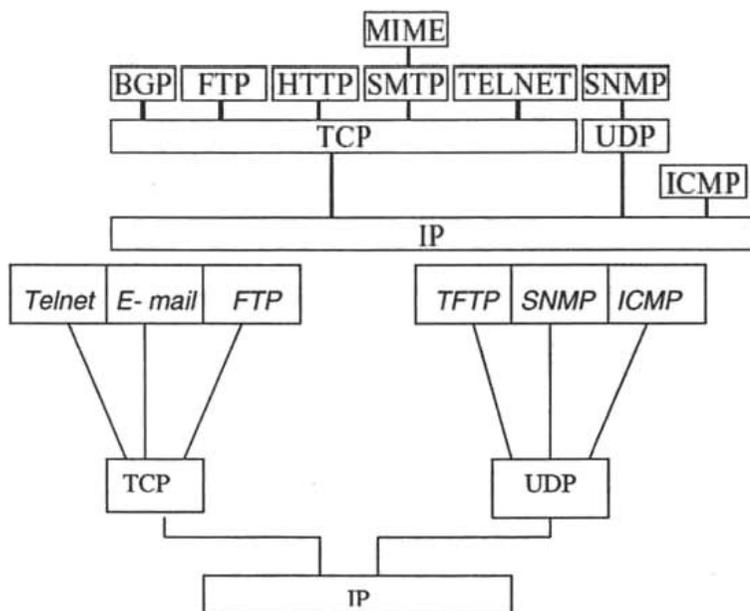


Figura 1.13 Estructura del modelo TCP/IP

### 1.14.4 Direcciones TCP/IP

La dirección IP se integra de un par formado por una identificación de red (*netid*) y del *hostid* (hostid). Al enviar datos, la IP del equipo origen debe determinar si el equipo destino se localiza en la misma red o en una remota; en este caso la IP debe comunicarse con el dispositivo destino por medio de un enrutador.

Cada *host* conectado a una red tiene una dirección IP asignada, la cual debe ser distinta a todas las demás direcciones que estén vigentes en ese momento en el conjunto de redes visibles por el *host*; en Internet no se admiten dos ordenadores con 2 direcciones IP (públicas) iguales.

Las direcciones IP se clasifican en:

- **Direcciones IP públicas.** Son visibles en todo Internet. Un ordenador con una IP pública es accesible (visible) desde cualquier otro ordenador conectado a Internet. Para conectarse a Internet es necesario tener una dirección IP pública.

- **Direcciones IP privadas (reservadas).** Son visibles únicamente por otros hosts de su propia red o de otras redes privadas interconectadas por routers. Se utilizan en las empresas para los puestos de trabajo. Los ordenadores con direcciones IP privadas pueden salir a Internet por medio de un router (o proxy) que tenga una IP pública. Sin embargo, desde Internet no se puede acceder a ordenadores con direcciones IP privadas.
- **Direcciones IP estáticas (fijas).** Un host que se conecte a la red con dirección IP estática siempre lo hará con una misma IP. Las direcciones IP públicas estáticas son las que utilizan los servidores de Internet con objeto de que estén siempre localizables por los usuarios de Internet. Estas direcciones se contratan.
- **Direcciones IP dinámicas.** Un host que se conecte a la red mediante dirección IP dinámica, cada vez lo hará con una dirección IP distinta. Las direcciones IP públicas dinámicas son las que se utilizan en las conexiones a Internet mediante un módem. Los proveedores de Internet utilizan direcciones IP dinámicas debido a que tienen más clientes que direcciones IP (es muy improbable que todos se conecten a la vez).
- **Ipv4.** Tiene 32 bits de longitud y  $2^{32} \approx 4000$  millones de direcciones diferentes; consta de dos partes: números de red y host. Los 32 bits se descomponen en cuatro apartados de ocho bits, cada uno conocido como "octeto", cada uno de éstos se convierte a decimal y se separa uno detrás de otro mediante puntos.

La versión más reciente es el Ip versión 6. Tiene una longitud de 128 bits disponibles por dirección; se asignan a interfaces individuales en los nodos : Una interface tiene múltiples direcciones únicas

Numéricamente las direcciones son:  $2^{96}$  direcciones posibles; además incluyen funciones de calidad de servicio que entrega el protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol -Protocolo de Recursos Reservados-).

Ipv6 agrupa las direcciones por jerarquías de red, agilizando la búsqueda en una tabla con rutas de encaminamiento. Las jerarquías proveen acceso tomando en cuenta la ubicación geográfica.

#### Tipos de direcciones Ipv6

- **Unidistribución (unicast).** Un identificador para una interfase individual
- **Monodistribución.** Un identificador para un conjunto de interfaces (pertenecientes a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección, monodirección se entrega a una de las interfaces identificadas por esa dirección "la más cercana"

- **Multidistribución (multicast).** Un identificador para un conjunto de interfases que pertenecen a diferentes nodos. Un paquete enviado a una dirección multidistribución se entrega a todas las interfases identificadas por esa dirección.

#### *Clases de redes.*

*Clase A: Asignada para corporaciones grandes como AT&T, Yahoo, etc. Utiliza una máscara de conmutación predeterminada de 25.0.0.0 y un rango de dirección de 1.x.x.x a 126.x.x.x. Existen 256 redes predeterminadas con más de 4,000 millones de nodos.*

*Clase B: Proporcionada a proveedores de servicios o empresas medianas. Utiliza una máscara de conmutación predeterminada de 255.255.0.0 y un rango de dirección de 128.x.x.x a 191x.x.x. Permite más de 65,000 redes y nodos.*

*Clase C: Para redes más pequeñas; usa una máscara de conmutación predeterminada de 255.255.255.0 y un rango de dirección de 192.x.x.x a 223.x.x.x. Esto permite 4,000 millones de redes con 256 nodos cada una.*

*Clase D: Para fines de multidifusión (inician en 224.0.0.0)*

*Clase E: Generalmente con propósitos de investigación y experimentación (comienza en 240.0.0.0).*

#### **1.14.5 Aplicaciones**

- *Transporta múltiples servicios, como voz, video y datos; por medio de IP se realizan videoconferencias, transacciones bancarias, compra-venta de artículos, transferencia de archivos, llamadas telefónicas, acceso a información a medios escritos, radiodifusores y televisivos en cualquier parte del planeta, trámites académicos, búsqueda y consulta de libros en bibliotecas virtuales, etc.*
- *Conforme avanza la tecnología, las empresas requieren de aplicaciones con menor retardo, mayor velocidad de transmisión y el envío de voz, video y datos por un solo canal de transmisión. La desventaja de IP es la vulnerabilidad que tiene de saturación en las horas-pico; para solucionar esto se han implementado técnicas de conmutación como ATM, Frame Relay y RDSI.*

## ***Capítulo II***

### **CONCEPTOS GENERALES DE ADMINISTRACIÓN**



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.

## 2.1 Introducción<sup>1</sup>

El propósito de esta sección es proporcionar una visión general acerca de la Administración de Proyectos; esta información será de gran utilidad para la lectura de los capítulos siguientes. Comencemos por definir el concepto de "proyecto".

*Es un esfuerzo temporal realizado para crear un producto o servicio único para alcanzar un objetivo bajo restricciones en tiempo y costo.<sup>2</sup> Todo proyecto involucra:*

- *Un comienzo y final*
- *Conjunto específico de objetivos*
- *Criterios de calidad medibles*
- *Varias actividades interrelacionadas*
- *Recursos limitados*
- *Tiempo y costo definidos*
- *Comunicación con profesionales de varias disciplinas*

Los proyectos pueden involucrar desde una hasta cientos o miles de personas dentro y fuera de una compañía e incluso del país. Todos forman parte de un equipo que trabajará coordinadamente hasta finalizar el proyecto; después el equipo se disuelve y son enviados a otros proyectos. Resulta raro que un mismo equipo subsista en más de un proyecto.

Ejemplos de proyectos:

- Desarrollo de un nuevo producto o servicio
- Ampliación de una refinería
- Implementar nuevos sistemas de Telecomunicaciones
- Construir un edificio o planta
- Ejecutar campañas para partidos políticos
- Implementar un nuevo procedimiento o proceso de negocio
- Modificar la estructura operacional dentro de una compañía

Otro concepto que con frecuencia nos encontramos cuando nos integramos al mercado laboral es *Administración de Proyectos*.

De manera general definiremos la Administración de Proyectos como *"una o varias tareas que deberán realizarse durante un periodo de tiempo determinado para obtener o alcanzar los objetivos propuestos por una organización; reuniendo y aprovechando los recursos que tiene a la mano (habilidades, talento, esfuerzo y cooperación del grupo de trabajo, instalaciones, herramientas, equipos, información, sistemas, técnicas y dinero)*

---

<sup>1</sup> Con frecuencia algunos autores y textos traducidos en español denominan *Administración de Proyectos* como *"Dirección de Proyectos"*

<sup>2</sup> El término *temporal* significa que cada proyecto tiene un comienzo y final definidos. *Único*, significa que el producto o servicio tendrá alguna diferencia que lo distingue de otros productos o servicios.

Como observamos, la administración de proyectos es: *La aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de los proyectos, con la finalidad de satisfacer sus requerimientos.*

Beneficios que obtenemos con la Administración de Proyectos:

- Trabajos deseados / nivel tecnológico
- Existe mientras los recursos asignados son utilizados con efectividad y eficiencia
- El proyecto es aceptado por el cliente
- Permite realizar los trabajos en menos tiempo
- Facilita mayor control de posibles alteraciones en el alcance del proyecto
- La organización será más eficiente y efectiva
- Auxilia en la detección y solución de problemas
- Incrementa la calidad
- Permite a los encargados tomar buenas decisiones
- Contribuye en la búsqueda de soluciones
- Incrementa el negocio
- Cuanto más se sabe del proyecto, mejor preparado se está para manejarlo

## **2.2 Procesos que intervienen en la Administración de Proyectos**

La administración de proyectos se realiza a través del uso de procesos como *inicio, planificación, ejecución, control y cierre*. El PMI® elaboró una guía conocida como: **PMBOK® GUIDE – Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos**, donde clasifica los procesos de inicio, planeación, control y cierre en *nueve áreas del conocimiento* para indicar la manera como debe realizarse un proyecto.

Las nueve áreas del conocimiento son:

- Administración de la Integración del proyecto
- Administración del alcance del proyecto
- Administración de los tiempos del proyecto
- Administración de los costos del proyecto
- Administración de la calidad del proyecto
- Administración de los Recursos Humanos del proyecto
- Administración de las comunicaciones del proyecto
- Administración de los riesgos del proyecto
- Administración de las adquisiciones del proyecto

**Administración de la integración del proyecto.** Procesos requeridos para asegurar que todos los elementos que intervienen en el proyecto estén coordinados apropiadamente, así como mantener toda la información reunida para la realización del proyecto. Esta etapa está compuesta por:

- ✓ Desarrollo del plan del proyecto. Integrar y coordinar todos los planes del proyecto para crear un documento consistente y coherente para quienes lo lean
- ✓ Ejecución del plan del proyecto. Efectuar el plan del proyecto por medio de las actividades que están incluidas en él
- ✓ Control de cambios integrado. Coordinar los cambios durante todo el proyecto

**Administración del alcance del proyecto.** Procesos que se necesitan para afirmar que el proyecto incluye todo el trabajo necesario y sólo el necesario, para completarlo con éxito. Está integrado por:

- ✓ **Inicio.** Autorización del proyecto o fase
- ✓ **Planeación del alcance.** Desarrollar un informe escrito del alcance, como referencia para futuras decisiones del proyecto
- ✓ **Definición del alcance.** Subdividir los principales entregables del proyecto en componentes más pequeños y manejables.
- ✓ **Verificación del alcance.** Formalizar la aceptación del alcance del proyecto
- ✓ **Control de cambio del alcance.** Controlar los cambios en el alcance del proyecto

**Administración del tiempo de los proyectos.** Proceso para asegurar que el proyecto terminará en el tiempo establecido; está formado por:

- ✓ **Definición de actividades.** Identificar las actividades específicas que serán realizadas en el proyecto para poder producir los entregables del proyecto
- ✓ **Secuencia de actividades.** Identificar y documentar las relaciones de dependencia entre actividades; por ejemplo, para adquirir una computadora es necesario tener el capital.
- ✓ **Estimar la duración de las actividades del proyecto.** Calcular el número aproximado de periodos laborales requeridos para completar cada una de las actividades del proyecto.
- ✓ **Cronograma de actividades.** Analizar las secuencia y duración de actividades y requerimiento de recursos para crear el cronograma del proyecto.
- ✓ **Control del cronograma.** Controlar los cambios en el cronograma del proyecto.

**Administración de los costos del proyecto.** Procesos para afirmar que el proyecto terminará dentro del presupuesto aprobado; está compuesto por:

- ✓ **Planeación de recursos.** Determinar los recursos como mano de obra, equipo y materiales, así como la cantidad que se requiere de cada uno para realizar las actividades del proyecto.
- ✓ **Estimación de los costos.** Efectuar un costo aproximado de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

- ✓ **Presupuesto de costo.** Aprobado el proyecto, es asignado el presupuesto; es decir, los costos globales calculados por cada actividad.
- ✓ **Control de costos.** Controlar los cambios del presupuesto en el proyecto.

**Administración de la calidad.** El objetivo de crear novedosos proyectos es satisfacer las necesidades de una organización adoptando estándares internacionales e incluso diseñando sus propias normas a partir de ellas, aumentando la productividad y competitividad empresarial.

La gestión de calidad permite que el proyecto satisfaga los requerimientos para los cuales fue creado y en la elaboración de planes de seguimiento en calidad. Está integrado por:

- ✓ **Planeación de la calidad.** Identificar los estándares de calidad nacionales e internacionales que intervienen en el proyecto y determinar la manera en que el proyecto podrá cumplir con ellos.
- ✓ **Aseguramiento de la calidad.** Evaluar el desempeño completo del proyecto, de manera que el proyecto genere la confianza de que está cumpliendo con las normas de calidad que apliquen.
- ✓ **Control de calidad.** Verificar los resultados que se esperan del proyecto para determinar si está cumpliendo con los estándares de calidad e identificar la manera de eliminar las causas del desempeño insatisfactorio.

**Administración de los Recursos humanos.** Proceso para obtener el mayor provecho de la gente involucrada en el proyecto; consiste en:

- ✓ **Planeación de la organización.** Identificación, documentación y asignación de responsabilidades.
- ✓ **Contratación de personal.** Lograr que los Recursos Humanos necesarios sean asignados y laboren en el proyecto.
- ✓ **Desarrollo del equipo.** Desarrollar las aptitudes individuales y en grupo de los integrantes del proyecto para mejorar el desempeño.

**Administración de las comunicaciones.** Encargado de la generación oportuna y apropiada, reunir, diseminar, almacenar y distribución final de la información del proyecto; incluye:

- ✓ **Planeación de las comunicaciones.** Determinar las necesidades de información y comunicación de las personas interesadas en el proyecto (quién necesita qué información, cuándo la necesitan y cómo les será entregada).
- ✓ **Distribución de la información.** Lograr que la información necesaria esté disponible para todas las personas interesadas en el proyecto de manera oportuna.

- ✓ **Informes de rendimiento.** Reunir y distribuir la información de rendimiento, incluyendo informes de situación actual, medición de progreso y avances, así como pronóstico de término.
- ✓ **Cierre administrativo.** Generar, recoger y distribuir la información para formalizar la conclusión de una fase o del proyecto.

**Administración de los riesgos.** Analiza, cuantifica y genera respuesta a los riesgos del proyecto y anticipa la corrección de efectos negativos asociados a él. Incluye:

- ✓ **Planeación de la Administración de los riesgos.** Decisiones para orientar y planear las actividades para administrar los riesgos del proyecto.
- ✓ **Identificación de los riesgos.** Determinar qué riesgos afectarán al proyecto y documentarlo junto con sus características
- ✓ **Análisis cualitativo de los riesgos.** Efectuar análisis cualitativo de riesgos y condiciones para priorizar sus efectos en los objetivos del proyecto.
- ✓ **Análisis cuantitativo de los riesgos.** Medición de la probabilidad y consecuencias de los riesgos y estimar de qué manera repercutirá en los objetivos del proyecto.
- ✓ **Planeación de respuesta a los riesgos.** Desarrollar procedimientos y técnicas para aumentar las oportunidades y mitigar los riesgos que afecten los objetivos de los proyectos
- ✓ **Supervisión y control de riesgos.** Supervisar los riesgos restantes, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes para reducir los riesgos y evaluar su eficacia durante todo el proyecto.

**Administración de las adquisiciones-** Procesos para adquirir bienes y servicios de otras organizaciones, con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto; incluye:

- ✓ **Planeación de las adquisiciones.** Determinar qué adquirir y cuándo.
- ✓ **Planeación para la búsqueda de proveedores.** Documentar las especificaciones del producto e identificar proveedores potenciales.
- ✓ **Búsqueda de proveedores.** Obtener cotizaciones, ofertas o propuestas, dependiendo de cuál de éstas se requiera.
- ✓ **Selección de proveedores.** Elegir de entre todos los proveedores a los que cumplan con las características requeridas.
- ✓ **Administración del contrato.** Gestionar la relación con el proveedor para llegar a común acuerdo.
- ✓ **Cierre de contrato.** Conclusión y liquidación del contrato, incluyendo la resolución de todos los asuntos pendientes.

### **2.3 Fases de un proyecto**

La figura 2.1 muestra el diagrama de flujo para tomar decisiones a partir de las necesidades de la compañía o cliente "X"; el resultado determinará si el proyecto cubre los requerimientos para los que fue creado. Las nueve áreas del conocimiento influyen en este proceso.

**Detección de oportunidades:** Es la fase más comercial del proyecto; detecta la posibilidad de un futuro contrato investigando por medio de anuncios e intenta crear necesidades en el cliente. Después se evalúa la viabilidad del proyecto considerando los recursos del usuario y la competencia del sector.

La culminación es una decisión preliminar tomando en cuenta los factores generales y estratégicos (por ejemplo: afinidad del tema con intereses y experiencia de la empresa y magnitud en el precio del contrato), enseguida es necesario valorar detalladamente el costo de los trabajos, precio de venta, margen y beneficio esperado. El resultado servirá para tomar la decisión de preparar o no la oferta.

**Preparar la oferta.** El representante de la empresa mostrará al cliente su interés y capacidad para la ejecución correcta de los trabajos. Es menester preparar la documentación que permita al usuario analizar si la oferta es viable; de ser así, fijará la cantidad.

**Presentación y adjudicación.** Después de realizar un análisis exhaustivo, debe tomarse la decisión de presentar o no la oferta con respecto al beneficio esperado, esfuerzo técnico y humano para la realización del proyecto, compatibilidad con otros trabajos en curso, disponibilidad y equipo necesario. La toma de decisión sobre preparar y presentar la oferta requiere establecer alianzas corporativas que permitan identificar problemas técnicos o económicos.

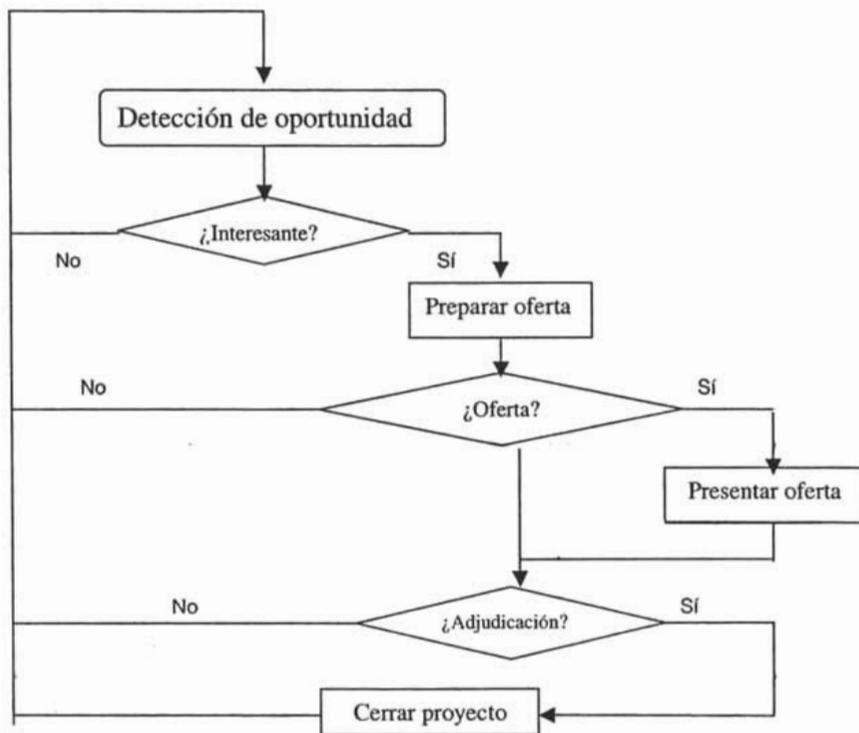


Figura. 1.2 Fases de un proyecto

En la elaboración de un proyecto influyen tres elementos:

Adjudicación del contrato. Puede ser de manera directa, indirecta o por negociación entre el cliente y la organización, con el fin de revisar algunos detalles sobre alcances, precios, plazos, etc.

No adjudicación del contrato. Es la peor decisión; el trabajo y costo realizado para preparar la oferta no genera beneficios.

Revisión de la oferta. Solicitar a la organización que modifique algunos detalles del trabajo e incluso solicitar un nuevo periodo para propuestas corregidas.

Ejecución de los trabajos. El vendedor desarrolla una planificación temporal excesivamente apretada, tiene demasiado trabajo y estima costos; estos son algunos pormenores que ocurren en la elaboración de la oferta y se manifiestan cuando inician los trabajos. Por ejemplo: Para ganar el contrato, la organización toma la decisión de proponer al cliente extender el trabajo o reducir costos.

La ejecución de los trabajos comienza desde el momento en que inicia la gestión del proyecto. Finalmente, las actividades que tiene a su cargo el responsable del proyecto son: supervisar y examinar la evolución económica del proyecto, actuar como intermediario entre el cliente, equipo de trabajo y la dirección de la empresa para facilitar su comunicación y corregir posibles desviaciones.

Cierre. Es la culminación del proyecto; se realiza un balance general y se concluye si se lograron o no las metas fijadas.

## 2.4 Planeación estratégica

A diferencia de años anteriores, el mercado actual es cada vez más competitivo y existe mayor demanda del consumidor. Constantemente las empresas necesitan planear y desarrollar estrategias que les permitan ampliar sus ventas, por ejemplo su producción llegará a más público en el país y probablemente en el extranjero bajando los precios y ofreciendo promociones. Pero principalmente que su producto compita con otras compañías del ramo.

Toda organización busca *“estar un paso adelante”* de sus competidores; compañías como Telcel, Telefónica Movistar o Iusacell, que se disputan la supremacía del mercado de telefonía móvil en el país ofreciendo menores costos, mayor cobertura nacional e internacional y funciones extras en los equipos, entre otras cosas, son claros ejemplos donde observamos que la competencia es muy compleja.

Recordemos que en este mundo capitalista la ley que domina es la del *“más fuerte”*; aquél que no puede con la competencia tiene un fracaso seguro.

Arturo García Torres, del Innestec S.C.<sup>3</sup>, en sus notas propone una definición para la planeación estratégica: *“Es un proceso continuo, flexible e integral, que genera una capacidad de dirección. Capacidad que da a los directivos la posibilidad de definir la evolución que debe seguir su organización para aprovechar, en función de su situación interna, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno”*.

Es un proceso que permite a las organizaciones definir cuáles serán los objetivos, prioridades y programas de trabajo más viables para lograr llamar la atención del público y así tener una ventaja competitiva estable. El establecimiento de sistemas de planeación estratégica definirá el futuro de la empresa.

El principal objetivo que persiguen los altos ejecutivos es el bienestar y desarrollo de sus organizaciones; es responsabilidad del director general definir hacia dónde quiere llevar su empresa. No obstante, los expertos en la materia concluyen que esto es una contradicción; constantemente deliberan sobre cuál es la razón por la que grandes, medianas y pequeñas empresas no han tenido la posibilidad de establecer un sistema de planeación estratégica. García Torres atribuye esto a algunos factores; citaremos algunos de sus comentarios:

---

<sup>3</sup> Siglas de Innovación, Estrategia y Tecnología.

### ***No se necesita contar con un sistema de planeación estratégica***

*“Si bien esto pudo haber sido cierto hace algunos años, la creciente complejidad que enfrentamos en México en la conducción de nuestras organizaciones, hace necesario un sistema que nos permita darle mayor orden y coherencia a nuestra labor directiva”.*

### ***No se necesita contar con un sistema formal de planeación, pues el director general y sus colaboradores directos saben hacia dónde se dirige la organización***

*“Sin duda esto puede ser cierto; debemos recordar que las organizaciones que logran buenos resultados siempre poseen excelentes sistemas de comunicación de sus ideales, valores, prioridades y en muchas existen altos niveles de participación en los procesos de toma de decisiones. El proceso de planeación estratégica es un excelente mecanismo para lograr precisamente mejores niveles de comunicación y aportación de los empleados”.*

### ***Se desconoce cómo establecer un sistema de planeación que sea práctico y que en realidad se traduzca en mejores decisiones y resultados***

*“De acuerdo a la experiencia de muchos especialistas, esta es posiblemente la principal razón por la que no existen buenos sistemas de planeación estratégica en las compañías. Simplemente no se sabe cómo planear en forma efectiva y eficiente”.*

En este punto tenemos varios ejemplos; no es necesario ser especialista para percatarse de las pésimas campañas publicitarias de las grandes compañías; basta con ver y escuchar los anuncios de televisión y radio.

## ***2.5 Herramientas de planeación***

Estas son sus características:

Proceso muy importante para cualquier empresa; su futuro depende de ellos. Aunque el trabajo se realiza en equipo, los directivos tendrán la mayor responsabilidad; toda planeación requiere de tiempo e información.

Lo principal es generar un “*pensamiento estratégico*” y de él surgirán excelentes elaboraciones de presupuestos y estados financieros.

Tener en mente que es más importante el medio en torno de la organización que los acontecimientos en su interior. Por último, integrar las funciones de la empresa; su éxito dependerá de su adecuada ejecución.

La figura 2.2 expone los elementos que constituyen la planeación estratégica; son herramientas básicas que contribuyen en el desarrollo y éxito del proyecto. Describiremos los más importantes:

- Elaborar un análisis o estudio externo para identificar las oportunidades y riesgos existentes en el entorno (mercado) y un

diagnóstico interno, con el fin de evaluar la vulnerabilidad e invulnerabilidad de la compañía.

- Definir los objetivos con respecto al crecimiento en las ventas y producción, eficiencia de operaciones, costos y productividad; contribuciones con relación a precios, calidad, oportunidad y flexibilidad hacia el cliente; para los empleados de la empresa sobre sueldos y prestaciones; por los dueños en cuanto a ganancias generadas por sus inversiones, programas de calidad, uso común de recursos y conocimientos a los proveedores y contribución a la sociedad con programas de apoyo a la comunidad.
- Definición de estrategias de tipo corporativo, negocio y funcional. Según el Innestec, surgen tres interrogantes al respecto:  
Corporativo. ¿En qué tipo de industrias o actividades debemos participar?  
Negocio. ¿Cómo ganarle a los competidores?  
Funcional. ¿Quién hace qué?
- Formular acciones estratégicas:  
Dirección: Acciones para dirigir y liderar a la compañía  
Comercialización: Actividades dirigidas a la satisfacción de las necesidades del contribuyente  
Operaciones: Mejora de la eficiencia y calidad de los procesos de trabajo  
Tecnologías: Desarrollo y adquisición de los conocimientos necesarios para diseñar, producir y distribuir los productos y servicios de la empresa  
Personal: Contratación, evaluación, desarrollo y motivación de los recursos humanos en la compañía  
Sistemas de información: Alternativas para que la tecnología de la información contribuya al competitivo desarrollo de la organización  
Finanzas: Administración de los recursos financieros y acceso a los recursos necesarios para apoyar el desarrollo estratégico de la institución  
Organización: Diseño de una estructura eficiente que facilite la instrumentación de las estrategias  
Planeación: Diseño de los sistemas de planeación y control, así como los sistemas de monitoreo e inteligencia<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Definiciones tomadas de "Planeación estratégica", por Arturo García Torres D., Innestec, S.C



Figura 2.2 Etapas que integran la planeación estratégica

## 2.6 Telecomunicaciones como negocio estratégico

Desde la década de los ochenta la tecnología ha avanzado, al grado de que los empresarios se dieron cuenta de que las telecomunicaciones son un gran negocio; en ocasiones es necesario invertir un gran capital para generar jugosas ganancias.

Empresas como Avantel, Alestra y Nortel comenzaron a introducir tecnología y grandes sumas de dinero; se percataron que podían realizar alianzas estratégicas con corporativos y negocios, brindándoles ciertos servicios y equipos avanzados a precios accesibles y con soporte técnico todo el tiempo.

También las comunicaciones por vía satélite y telefonía móvil se han convertido en un gran negocio.

El objetivo no es llegar y de la noche a la mañana poner en marcha una compañía; es necesario planear los servicios que se brindarán, la manera en que llegarán al público, mano de obra, mantenimiento, etc.

## 2.7 Cuadro de Mando Integral (CMI)

*"El choque entre la fuerza irresistible de edificar capacidades competitivas de largo alcance y el objeto inamovible del modelo de contabilidad financiera del costo histórico hará una nueva síntesis: el Cuadro de Mando Integral"*<sup>5</sup>. Es un sistema de gestión que puede canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos de todos los colaboradores de la organización hacia la obtención de objetivos estratégicos a largo plazo.

Los indicadores financieros tradicionales son considerados como parte de la historia de acontecimientos pasados que, a criterio de los especialistas era viable para las empresas de "la era industrial"<sup>6</sup>; Las inversiones en

<sup>5</sup> Kaplan S. Robert & Norton P. David *El Cuadro de Mando Integral*, Gestión 2000. 330 p.

<sup>6</sup> Ver (1)

capacidades y relaciones con los clientes a largo plazo no eran decisivos para el éxito. Sin embargo, son inadecuados para las empresas actuales.

Robert Kaplan y David Norton, autores del libro *"El Cuadro de Mando Integral"*, consideran que *"...estos indicadores financieros son inadecuados para guiar y evaluar el viaje, que las empresas de la era de la información deben hacer para crear un valor futuro, a través de inversiones en clientes, proveedores, empleados, procesos, tecnología e innovación..."* Empero, el CMI encontró una manera de complementar los indicadores financieros pasados con medidas de los indicadores de la actuación futura empresarial.

Los objetivos e indicadores del CMI se derivan de la visión y estrategia de las organizaciones, así como su actuación desde cuatro perspectivas: Financiera -del cliente., proceso interno, formación y crecimiento (Fig. 2.3).

El Cuadro de Mando Integral expande el conjunto de los objetivos de los negocios, más allá de los indicadores financieros *"...Los ejecutivos de una nueva empresa pueden ahora medir la forma en que sus unidades de negocio crean valor para sus clientes presentes y futuro, y la forma en que deben potenciar las capacidades internas y las inversiones en personal, sistemas y procedimientos que son necesarios para mejorar su actuación futura..."*

Los objetivos e indicadores del cuadro de mando integral se derivan de la visión y estrategia de una organización y consideran la actuación de la organización desde cuatro perspectivas; la financiera, la del cliente, del proceso interno y la de formación y crecimiento. Estas cuatro perspectivas proporcionan la estructura necesaria para el CMI (se muestra en la figura 2.3)

El CMI expande el conjunto de objetivos de las unidades de negocio más allá de los indicadores financieros. *"...Los ejecutivos de una nueva empresa pueden ahora medir la forma en que sus unidades de negocio crean valor para sus clientes presentes y futuros, y la forma en que deben potenciar las capacidades internas y las inversiones en personal, sistemas y procedimientos que son necesarios para mejorar su actuación futura..."*<sup>7</sup>

Continúa manteniendo perspectivas financieras a corto plazo y revela los indicadores de valor para una actuación financiera y competitiva para mejorar su actuación en el futuro.

## **2.8 El Cuadro de Mando Integral como sistema de gestión**

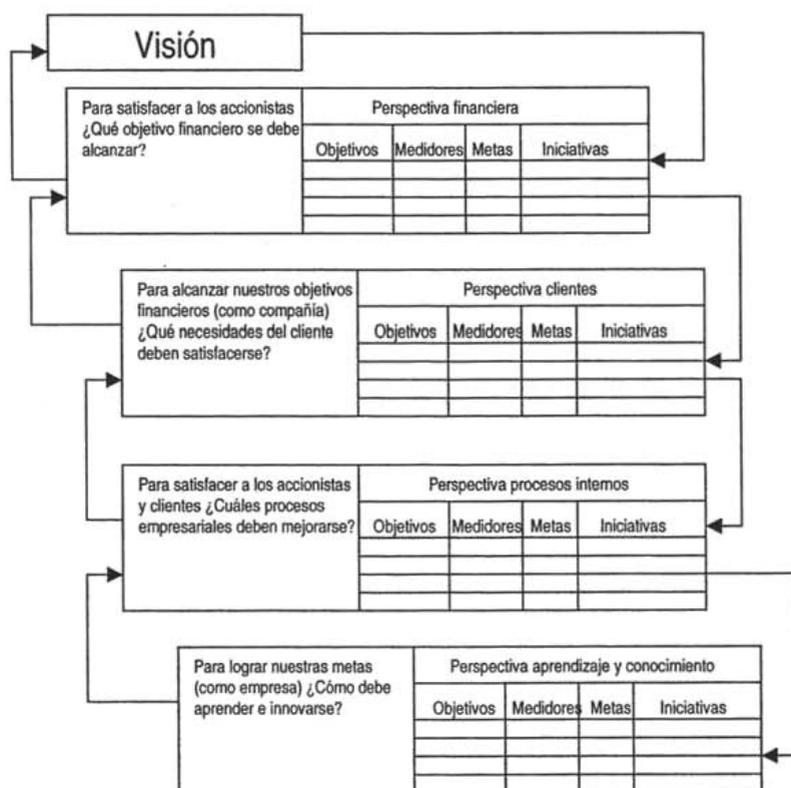
Muchas empresas ya disponen de un sistema de medición de la actuación que incorporan indicadores financieros y no financieros. ¿Qué hay de nuevo que exista un conjunto equilibrado de indicadores? Aunque virtualmente todas las organizaciones emplean indicadores financieros y no financieros, muchas utilizan estos últimos para mejoras locales, en sus operaciones de cara al cliente y de línea más importante. Los directivos de mayor categoría utilizan indicadores financieros totales, como si estas medidas pudieran resumir de forma adecuada los resultados de operaciones realizadas por sus empleados

---

<sup>7</sup> Véase la página 43 del libro antes citado

de nivel medio e inferior. Estas organizaciones están utilizando sus indicadores de actuación financiera y no financiera para el *feedback* y control táctico de sus operaciones a corto plazo.

El CMI enfatiza que los indicadores financieros y no financieros deben formar parte del sistema de información para empleados de todos los niveles de la organización. Los empleados de primera línea deben comprender las consecuencias financieras de sus decisiones y acciones; los altos ejecutivos deben comprender los inductores del éxito financiero a largo plazo. Los objetivos y las medidas del CMI son algo más que una colección *ad hoc* de indicadores de actuación financiera y no financiera, se derivan de un proceso vertical impulsado por el objetivo y estrategia de la unidad de negocio. El CMI debe transformar el objetivo y la estrategia de una unidad de negocio e indicadores tangibles.



**Figura 2.3** El cuadro de mando integral proporciona una estructura para transformar una estrategia en términos operativos. Los indicadores representan un equilibrio entre los indicadores externos para accionistas y clientes y los indicadores internos de los procesos críticos de negocios, innovación, formación y crecimiento. Los indicadores están equilibrados, los resultados de esfuerzos pasados y los indicadores que impulsan la actuación futura, y el CMI está equilibrado entre las medidas objetivas y fácilmente cuantificables los resultados.

Las empresas innovadoras están utilizando el CMI como un “sistema de gestión estratégica” para largo plazo (fig. 2.4).

Dónde se utiliza el enfoque de medición para el CMI para llevar a cabo procesos de gestión decisivos:

1. Aclarar y traducir o transformar la visión estratégica
2. Comunicar y vincular los objetivos e indicadores estratégicos
3. Planificar, establecer objetivos y alinear las iniciativas estratégicas
4. Aumentar el “feedback” y formación estratégica

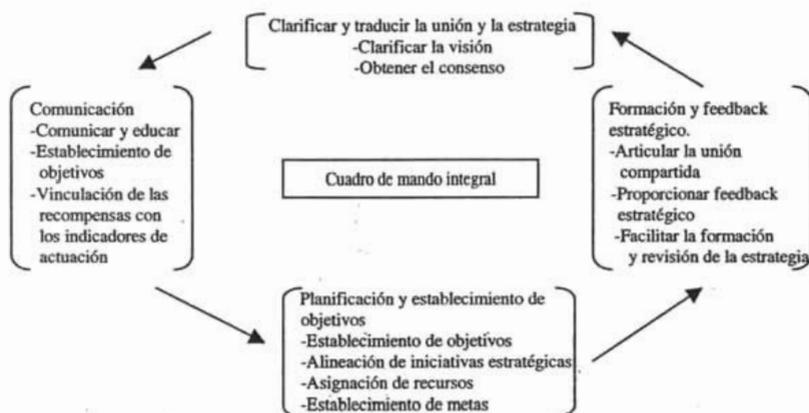


Figura 2.4 El cuadro de mando integral como estructura o marco estratégico para la acción.

#### Clarificar y traducir la visión y la estrategia

El proceso de CMI comienza cuando el equipo de alta dirección se pone a trabajar para traducir la estrategia de su unidad de negocio en más objetivos estratégicos específicos para fijar los objetivos financieros, el equipo debe pensar en sí para poner énfasis en el crecimiento del mercado y los ingresos o en la generación de “cash flow”. Pero especialmente de cura a la perspectiva del cliente, el equipo debe ser explícito en cuanto a los segmentos de clientes y de mercado en las que ha decidido competir.

Una vez que se han establecido los objetivos de clientes y financieros, la organización identifica los objetivos y los indicadores para su proceso interno.

Esta identificación representa una de las innovaciones y beneficios principales del enfoque del CMI. Los sistemas de tradicionales de medición de actuación, incluso aquellos que utilizan muchos indicadores no financieros, se centran en la mejora del costo, calidad y tiempos de los ciclos de los procesos ya existentes. El CMI destaca aquellos procesos que son más decisivos e importantes para alcanzar una actuación realmente extraordinaria, de cara a

los clientes y accionistas. Es frecuente que esta identificación revele procesos internos realmente nuevos en los que la organización debe ser excelente, y por tanto debe sobresalir a fin de que su estrategia tenga éxito.

El proceso de construcción del CMI clasifica los objetivos estratégicos e identifica los pocos inductores críticos de aquéllos. A lo largo de la experiencia con el diseño de programas de CM nunca se ha encontrado con un sistema de gestión haya alcanzado un consenso total sobre la importancia relativa de sus objetivos estratégicos.

El motivo de esta falta de consenso está relacionada con la historia funcional y la cultura de la organización

El CM es desarrollado por un equipo de altos ejecutivos como un proyecto de equipo, crean un modelo compartido de un todo en el que todos han contribuido. Los objetivos del CM se convierten en la responsabilidad de un conjunto, permitiendo que sirva de marco organizativo manipular un conjunto de importantes procesos de gestión basados en un equipo.

#### Comunicar y vincular los objetivos y los indicadores estratégicos

Los objetivos e indicadores estratégicos del CMI se comunican a través de toda una organización por medio de los boletines internos de la empresa, anuncios e incluso de forma electrónica a través de ordenadores personales o en la red. La comunicación informa a los empleados los objetivos que deben alcanzarse si se quiere que la estrategia de la organización tenga éxito.

Por situar un ejemplo de un objetivo de entrega puntual (EP) en el CM de la unidad de negocio puede traducirse en un objetivo para traducir los tiempos de preparación y montaje de una máquina en concreto o en un objetivo local de transferencia rápida de pedidos de un proceso al siguiente. De este modo los esfuerzos de mejora local pueden alinearse con los factores grandes de éxito de la organización. Una vez que todos los empleados comprenden los objetivos e indicadores de alto nivel, pueden establecer objetivos locales que apoyen la estrategia global de la unidad de negocio.

El CM también proporciona las bases para comunicar y conseguir el compromiso con una estrategia de unidad de negocio, con los objetivos de nivel corporativo y el consejo de administración. El CM anima la existencia de un dialogo entre las unidades de negocio y los ejecutivos corporativos y los miembros del consejo, no sólo respecto objetivos financieros a corto plazo, sino a futuro.

Planteamiento, implantación de objetivos y alineación de iniciativas estratégicas.

El CMI causa su mayor impacto cuando se despliega para conducir el cambio de la organización. Los altos ejecutivos deben establecer unos objetivos para los indicadores de CM de 3 a 5 años, que si se alcanzan transformarán a la empresa. Los objetivos deben representar una discontinuidad en la actuación de la mitad del negocio, si la mitad del negocio fuera una empresa que cotiza en la bolsa, la consecución del objetivo debería dar como resultado que el precio de las acciones subieran al doble o más. Hay objetos financieros que han incluido la duplicación de los rendimientos sobre el

capital invertido a un aumento de 150% de las ventas durante los 5 años subsiguientes.

Para alcanzar más objetivos financieros, los directivos deben identificar objetivos de extensión para sus clientes, procesos internos y objetivos de formación y crecimiento. Lo ideal sería que los objetivos para los indicadores de los clientes derivaran de la satisfacción o de superar las expectativas de los clientes, para lo cual se debería examinar la preferencia de los clientes actuales y de los potenciales.

Una vez establecidos los objetivos para los indicadores de clientes, procesos internos y objetivos de formación y crecimiento, los directivos pueden alinear su calidad estratégica, tiempo de respuesta e iniciativas de reingeniería para conseguir los objetivos de avances espectaculares. De este modo el Cuadro de Mando Integral proporciona la justificación inicial, así como el enfoque y la integración para los programas de mejora continua de reingeniería y transformación. En lugar de aplicar únicamente un nuevo diseño fundamental de proceso local en que pueden obtenerse ganancias fácilmente, los esfuerzos se dirigen a los procesos de mejora y reingeniería que son de una importancia crítica para el éxito estratégico de la organización y la diferencia de los programas convencionales de reingeniería en que el objetivo es un recorte masivo de costos, el objetivo del programa de reingeniería no necesita ser medido únicamente por los ahorros en los costos. Los objetivos de la iniciativa estratégica se derivan de indicadores del CMI, como unas espectaculares reducciones de tiempo en los ciclos de complementación de pedidos, un tiempo más corto de llegada al mercado en los procesos de desarrollo de productos y el aumento e intensificación de las capacidades de los empleados.

También una serie de relaciones causa y efecto incorporadas en el CMI pueden traducirse en una actuación financiera superior.

El CMI permite que una organización integre su planificación estratégica en su proceso anual de presupuestos. En el momento en que una empresa establece unos objetivos de extensión de 3 a 5 años para las medidas estratégicas, los directivos también prevén objetivos para cada indicador durante el siguiente año fiscal (a donde tienen intención de llegar durante los doce meses del primer año del plan).

Estos objetivos a corto plazo proporcionan unos blancos específicos para la elaboración del progreso en el plazo más próximo dentro de la trayectoria estratégica a largo plazo de la unidad de negocio.

El proceso de planificación y gestión del establecimiento de objetivos permite a la organización:

- Cuantificar los resultados a largo plazo que desea alcanzar
- Identificar los mecanismos y proporcionar los recursos necesarios para alcanzar estos resultados
- Establecer metas a corto plazo para los indicadores financieros y no financieros del CMI

Aumentar el *feedback* y la formación estratégica

El proceso final de gestión inserta el CMI en una estructura de información estratégica, se considera que este proceso es el aspecto más indicador y más importante de todo el proceso de gestión del CMI. Este proceso proporciona la capacidad y aptitud para la formación organizativa a nivel ejecutivo. Hoy en día los directivos no disponen en las organizaciones de un procedimiento para recibir *feedback* sobre su estrategia y para comprobar las hipótesis sobre las que se basa la estrategia.

El CMI permite vigilar y ajustar la puesta en práctica de sus estrategias y, si fuera necesario, hacer cambios fundamentales en la propia estrategia.

Al haber establecido más objetivos a plazo inmediato para los indicadores financieros, así como para otros indicadores del CMI, las rescisiones de gestión mensuales y trimestrales pueden continuar examinando los resultados financieros.

Sin embargo lo que es más importante es que también pueden examinar de cerca si la unidad de negocio está considerando los objetivos en cuanto a clientes, en cuanto a procesos y moderación internos y en cuanto a empleados, sistemas y procedimientos.

La utilización de la medición como el lenguaje ayuda a traducir conceptos complicados a una forma más precisa que puede obtener el consenso entre los ejecutivos. El proceso de comunicación y alineación, el segundo proceso de la fig. 2.4, moviliza a todos los individuos para que realicen acciones dirigidas a conseguir objetivos organizativos. Permite que individuos de diversas partes de una organización comprendan la forma en que esta organizado, la forma en que su papel influye en los demás e incluso en toda la organización. El proceso de establecimiento de objetivos y de iniciativa estratégica, el tercer proceso de la fig. 2.4 define unos objetivos de actuación, cuantitativos y específicos para la organización a través de un conjunto equilibrado de inductores de actuación y resultados.

El CMI no sólo mide los cambios en los indicadores; también favorece el cambio.

Los tres primeros procesos críticos de gestión que aparecen en la fig. 2.4 son vitales para poner en práctica la estrategia. Pero por sí solos insuficientes. La teoría que se esconde detrás del modelo vertical de mandar y controlar es que el capitán del barco (director general) determina la dirección y la velocidad del barco (la unidad de negocio)

Los marineros (los directivos y empleados de primera línea) llevan a cabo las órdenes y ponen en práctica el plan decidido por el capitán. Se establecen unos sistemas de control de gestión y operaciones para asegurarse que los directivos y empleados actúan de acuerdo con el plan estratégico establecido por la alta dirección. Este proceso lineal de establecimiento da una visión y estrategia, comunicando y vigilando la estrategia de todos los participantes de la organización y alineando las iniciativas y las acciones de la organización para conseguir unos objetivos estratégicos a largo plazo, es un

ejemplo de un proceso de *feedback* de un solo bloque. Con la formación de un solo bucle, el objetivo continúa siendo constante.

Las desviaciones de los resultados planeados no hacen que la gente se cuestione si esos resultados planeados siguen siendo deseables. Tampoco se cuestionan si los métodos utilizados para alcanzar el objetivo son los adecuados. Las desviaciones de la trayectoria planeada se tratan como defectos y se lanzan acciones correctivas para hacer que la organización vuelva al camino deseado.

En resumen:

El CMI se utiliza para: clarificar la estrategia y conseguir el consenso sobre ella, comunicar la estrategia a toda la organización, alinear los objetivos personales y departamentales con la estrategia, vincular los objetivos estratégicos con los objetivos a largo plazo y los presupuestos anuales, identificar y alinear las iniciativas estratégicas, efectuar revisiones estratégicas periódicas y sistemáticas, obtener *feedback* para aprender sobre la estrategia y mejorarla.

Los procesos de gestión alrededor del CM permiten que la organización se centre en la puesta en práctica de la estrategia a largo plazo. Así el CMI se convierte en los cimientos para gestionar las organizaciones de la era de la información.

## **Capítulo III**

### **PROBLEMÁTICA ACTUAL PARA LA INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN REDES TELEMÁTICAS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

### **3.1 Introducción**

Anteriormente las comunicaciones eran totalmente analógicas, la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) consistía de grupos de centrales telefónicas públicas y privadas que utilizaban TDM (Multiplexión por división de tiempo). Se convirtió en la técnica más utilizada por la infraestructura existente de cables coaxiales y posteriormente pares trenzados.

Las necesidades de los negocios crecieron y demandaban mayores y mejores servicios a los proveedores; entonces comenzaron a surgir redes para aplicaciones de voz y datos, como x.25 y Frame Relay.

Con el paso del tiempo, resultaba oneroso implementar redes que solamente cubrían parte de las exigencias empresariales y que además no eran compatibles con la tecnología que iba surgiendo; entonces surgieron tecnologías de banda ancha como ATM, RDSI y DSL, entre otros, que tienen la facilidad de integrar múltiples servicios por medio de un mismo enlace. De ahí aparece lo que conocemos como convergencia. Su objetivo es satisfacer las necesidades que las empresas requieren, facilitando asignaciones dinámicas del ancho de banda para cada aplicación, así como escalabilidad y flexibilidad.

La clave no es crear tecnología nueva que ofrezca un gran ancho de banda, sino que todas puedan converger en una única infraestructura, sin necesidad de contratar nuevos servicios, que sean estándar y para cuando incrementa el número de equipos o sea necesario efectuar una reubicación el costo no sea elevado y no se tenga el riesgo de que un cambio de tecnología en una empresa provoque insatisfacción por parte de la compañía y no cumpla con las necesidades requeridas.

En el sector empresarial la flexibilidad y escalabilidad de las instalaciones son un factor sumamente importante, pues muchas empresas sólo reconstruyen parte de sus redes y toman decisiones incorrectas al elegir el mejor proveedor de servicios que le va a implantar una red que le pueda ser útil durante algún tiempo, pero si la tecnología fue planeada estratégicamente, quizá en un inicio su costo sea alto, pero su riesgo disminuirá conforme pasa el tiempo; si no fue bien proyectada la idea de un cambio de tecnología, esta decisión incorrecta tendrá gran costo y se tendrá el riesgo de no haber tomado la decisión correcta.

### **3.2 Campo de aplicación**

Esta sección está dividida por las que consideramos son las aplicaciones más importantes que actualmente manejan las redes telemáticas, no es nuestra intención explicar los aspectos técnicos de cada uno, solamente describiremos los aspectos básicos.

#### **3.2.1 Modos de transporte digital**

Existen sistemas de transporte digital que multiplexan (combinan) la información digitalizada hacia enlaces de alta velocidad clasificados en

jerarquías; los más importantes son: Jerarquía Digital Casi Síncrona (PDH) y Síncrona (SDH)

### 3.2.2 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

Basado en la Modulación por Pulsos Codificados (PCM) Consiste en tomar múltiples muestras de la información en periodos muy cortos de tiempo; después digitalizarla y finalmente es multiplexada hacia el enlace. Las principales ventajas que PCM ofrece son: Reducción de ruido e interferencias, enviar por el mismo cable múltiples conversaciones telefónicas e incluso datos y buena calidad de servicio (percepción de la voz) utilizando TDM (Multiplexaje por División de Tiempo); el inconveniente de esta técnica es el ancho de banda fijo asignado a cada canal independientemente si está o no en uso.

Los elementos que forman una red TDM poseen relojes internos para procesar la información transmitida; cada uno varía la sincronía de las señales entre emisor y receptor, provocando retrasos predecibles y errores de bit que pueden corregirse al agregar bits extras para proteger la información.

#### **Sistema europeo y americano de Multiplexaje por División de Tiempo**

Las recomendaciones G703, G732 y G733 de la UIT describen el funcionamiento de dos categorías de multiplexaje PCM desarrollados por Estados Unidos y Europa.

*El sistema adoptado en Europa, México y Latinoamérica "PCM 30"; mantiene 30/31 canales de voz multiplexados hacia un enlace digital de 2.048 Mbps, denominado "E1" y dividido en 32 canales telefónicos de 64 Kbps.*

EU, Canadá y Japón utilizan la técnica "PCM 24", pues multiplexa 24 canales de información hacia un enlace de 1.544 Mbps, conocido como "T1"

Niveles jerárquicos de multiplexaje	Número de canales de voz	Velocidad de transmisión
E0	1	64 Kbps
E1	30	2.048 Mbps
E2 <sup>1</sup>	120	8.448 Mbps
E3	480	34.638 Mbps
E4	1,920	139.264 Mbps
E5	7,680	565.148 Mbps

**Tabla 3.1. Niveles de multiplexaje para el sistema europeo de multiplexaje por división de tiempo**

Niveles jerárquicos de multiplexaje	Número de canales de voz	Velocidad de transmisión
T0	1	64 Kbps

<sup>1</sup> E1 multiplexa 30 canales en un mismo enlace. La sincronía de los E1 que forman un E2 no es la misma; se dejan espacios de tiempo para sincronizarlos con bits de relleno. Algunos valores pueden diferir de los reales

T1	24	1.544 Mbps
T2	96	6.312 Mbps
T3	672	44.736 Mbps
T4	4,032	274.176 Mbps
T5	8,064	560.160 Mbps

**Tabla 3.2. Niveles de multiplexaje para el sistema americano de multiplexaje por división de tiempo**

Niveles jerárquicos de multiplexaje	Número de canales de voz	Velocidad de transmisión
J1	24	1.544 Mbps
J2	96	6.312 Mbps
J3	480	32.069 Mbps
J4	1,440	97.728 Mbps
J5	5,760	397.200 Mbps

**Tabla 3.3. Niveles de multiplexaje para el sistema japonés de multiplexaje por división de tiempo**

Niveles jerárquicos de multiplexaje	Número de canales de voz	Velocidad de transmisión
DS - 0	1	64 Kbps
DS - 1	24	1.544 Mbps
DS - 1C	48	3.152 Mbps
DS - 2	96	6.312 Mbps
DS - 3	672	44.736 Mbps
DS - 3C	1,344	90.254 Mbps
DS - 4E	2,016	139.264 Mbps
DS - 4	4,032	274.176 Mbps
DS - 432	6,048	432 Mbps

**Tabla 3.4. Niveles de multiplexaje para velocidades de interfases<sup>2</sup>**

### 3.2.3 Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) fue creada para transportar información a través de fibra óptica con velocidades de transmisión superiores a un E1 a larga distancia; requieren que la señal óptica sea convertida a una señal eléctrica antes que se pueden realizar las funciones de red. Es utilizado en redes como ATM e IP

A diferencia de PDH, los relojes internos de los elementos en una red SDH están sincronizados de manera que todos corran a la misma velocidad y así evitar errores de bit. En la tabla 3.4 se describen algunas velocidades de transmisión y carga útil más empleados.

Al igual que PCM, existen dos tipos de multiplexaje: SDH (conserva el mismo nombre) diseñado en Europa y SONET (Red Óptica Síncrona) creada por Bellcore en Estados Unidos.

<sup>2</sup> DS es utilizado en señales digitales. Mejora la eficiencia del ancho de banda y soporta la integración de voz y datos

<i>SDH</i>	<i>Velocidad binaria</i>	<i>Carga útil</i>
	51.84 Mbps	50.112 Mbps
STM - 1	155.52 Mbps	150.336 Mbps
STM - 4	622.08 Mbps	601.344 Mbps
STM - 16	2488.32 Mbps	2405.376 Mbps
STM - 64	9953.28 Mbps	9620.928 Mbps

*Tabla 3.5 Jerarquía Digital Síncrona*

## SONET / SDH

SONET y SDH son estándares utilizados por Estados Unidos, Japón, Europa, México y el resto de Latinoamérica. Estandarizaron las velocidades de línea, esquemas de codificación, jerarquías de las velocidades de transmisión, y funciones de operación y mantenimiento.

La estandarización de una interfaz electrónica como SONET/SDH ha creado un ambiente para la interoperabilidad de los sistemas de alta capacidad de múltiples proveedores. Sin embargo, Nortel Networks en el curso "Redes Ópticas" describe algunas desventajas:

- Las interfases generan cuellos de botella que limitan sus velocidades y capacidades.
- Es muy costoso aumentar las velocidades de transmisión, pues se requerirían equipos muy especializados; además conforme aumenta la velocidad el alcance se reduce y por ende se necesitarían más repetidores para aumentar la potencia de la señal en trayectos largos.
- La conversión entre señales ópticas y electrónicas requiere que el tráfico sea multiplexado, enrutado y regenerado, provocando alteraciones en la velocidad y aumento en costo y complejidad

<i>Señal</i>	<i>Velocidad de transmisión</i>	<i>Capacidad</i>
OC - 192	9953.280 Mbps	5376 DS - 1s
OC - 48	2488.32 Mbps	1344 DS - 1s
OC - 12	622.080 Mbps	336 DS - 1s
OC - 3	155.520 Mbps	84 DS - 1s
OC - 1	51.840 Mbps	28 DS - 1s

*Tabla 3.6 Jerarquía SONET*

OC = Optical Carrier, Portadora Óptica  
DS - 1 maneja 24 canales de voz, cada uno se denomina DS - 0

### 3.3 Red Digital de Servicios Integrados

La UIT define RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) como: "Red evolucionada a partir de la IDN (Red Digital Integrada) por telefonía que proporciona una **conectividad digital** para integrar una amplia variedad de

**servicios** a los que el usuario tiene **acceso** mediante un conjunto de interfaces **estándares multipropósito**".

*RDSI proporciona dos clases de servicio:*

Servicios de banda estrecha (Narrowband). Basado en redes de circuitos conmutados a velocidades de transmisión pequeñas (56 Kbps - T1) Maneja varios canales para transporte de datos denominados "B" y un canal de señalización "D".

Servicios de banda ancha (Broadband). Fundamentada en ATM y diseñada para redes que requieren velocidades muy altas (T1 / 600 Mbps e incluso Gbps)

Diferencias:

- | PSTN analógica  | RDSI  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizado en redes telefónicas residenciales.</li><li>• Durante una llamada el circuito establecido se reserva solo para el que llama.</li><li>• La calidad del sonido disminuye por influencia de factores externos como la humedad.</li><li>• Sensible a retrasos y generación de eco en llamadas de larga distancia.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Permite trabajar con redes analógicas y digitales.</li><li>• Mayor capacidad.</li><li>• Gestión de voz con calidad de estudio, imágenes fijas y en movimiento digitalizados y transmitidos a grandes velocidades por el mismo flujo de datos.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• La transferencia y descarga de archivos desde Internet es muy lenta. En un módem analógico (recomendación ITU V.90), la velocidad máxima de transmisión es 56 Kbps (casi un DS-0)</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Rápido establecimiento de llamadas.</li><li>• Acceso inmediato a la información.</li><li>• Los usuarios pueden recibir y efectuar diversas llamadas a la vez</li></ul>  |

### 3.3.1 Estructura de RDSI

RDSI utiliza dos tipos de canales lógicos:

Canal de acceso B (Bearer o portador) - Utilizado para transmisiones de información digitalizada (combinación de voz, video y datos) del usuario a baja velocidad.

Canal de señalización D (Delta) - Indica a la red lo que debe hacer con la información transmitida en los demás canales; ofrece funciones adicionales como identificación de llamadas.

Tipos de acceso:

Acceso básico 2B +D o BRI (Interfaz de velocidad básica) Formado por dos canales portadores dúplex de 64 Kbps y un canal D a 16 Kbps para establecimiento y señalización de llamadas a través de la red (fig. 3.1). Permite el enlace de usuarios remotos a una LAN central. Por ejemplo, un trabajador puede hablar por teléfono y enviar un fax sin necesidad de colgar.

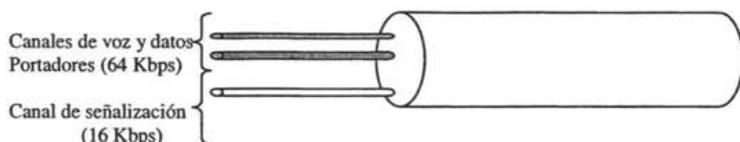


Figura 3.1 Estructura del acceso básico BRI

Acceso primario PRI (Interfaz de velocidad primaria) Estados Unidos, Japón y Canadá utilizan 23 canales B y uno para señalización (ambos de 64 Kbps) llamados " $23B + D$ ". El ancho de banda total es de 1.544 Mbps y su transmisión se realiza por medio de un enlace T1. Mientras que Europa, América Latina y Asia-Pacífico emplean 30 canales portadores y un canal D de 64 Kbps, respectivamente, denominados " $30B + D$ ", transmitidos a través de un E1.

Un PRI se define como un conjunto de enlaces troncales dedicados que conectan ubicaciones largas y cortas a una central telefónica. Ofrece grandes ventajas debido al ancho de banda asignado dinámicamente a cada aplicación. Por ejemplo, los usuarios de "Prodigy Infinitum" utilizan dos canales portadores para conectarse a Internet; en el momento que la central detecta una llamada, desconecta uno y envía la señal al teléfono del abonado. Cuando termina la conversación, quedará disponible para reconectarse a la red o recibir futuras llamadas.

Aplicaciones como videoconferencias que requieren grandes cantidades de ancho de banda en la transmisión utilizan la técnica de "*Multiplexión inversa o conexión directa (bonding)*". Utiliza varios canales para aumentar la velocidad y ancho de banda, dependiendo de las características de cada aplicación.

### 3.3.2 Servicios

- Con RDSI los ejecutivos podrán acceder a cualquier dispositivo y servicio de la red de su empresa desde cualquier punto fuera de él; solamente requiere de una contraseña.
- Incrementar la productividad. Por ejemplo, la transferencia de archivos y búsqueda en Internet se realiza más rápido y por ende el usuario ahorrará tiempo y costo a la empresa.
- El abonado tiene acceso a funciones en su teléfono digital como buzón de voz, identificador de llamadas, transferencia de llamadas, conversaciones con dos o más personas simultáneamente y desviar su número de extensión a cualquier punto de la red. Por ejemplo, una persona que labora en la Ciudad de México desvía su número de extensión a la sucursal de su empresa que se localiza en Veracruz.
- Video de alta resolución, audio de buena calidad y bajo costo en aplicaciones como videoconferencias

### **3.3.3 Sistema de señalización N° 7**

Anteriormente la señalización se realizaba "en banda"; es decir, viajaba junto con las conversaciones de voz. En el año 2000, Nortel Networks<sup>3</sup> estimó que cerca de 35% de las llamadas de larga distancia no se completaban porque el receptor no contestaba, la línea estaba ocupada o había problemas en la transmisión. Además eran susceptibles a fraudes.

Estos problemas se resolvieron implementando señalizaciones "fuera de banda" o separados, denominados CCIS (Señalización entre Centrales Telefónicas por Canal Común -Common Channel Interoffice Signaling-), encargadas de la supervisar, alertar y dirigir las llamadas a través de la red. El Sistema de Señalización 7 es una muy buena opción para los proveedores de servicio en cuanto a reducción de costos y acceso a la red.

Utiliza una red superpuesta de enlaces a velocidades altas que operan a 56 o 64 Kbps, reduciendo costo en cuanto a establecimiento de llamadas y libera a troncales y circuitos de voz para que transmita cantidades óptimas de tráfico.

SS7 transporta los datos del usuario que llama ( su número de extensión y nombre); esto permite ofrecer servicios extras como identificador de llamadas, transferencia de llamadas y acceso al buzón de voz desde cualquier teléfono de la red.

La Red Inteligente Avanzada (AIN) aprovecha la señalización 7 en la implementación de sistemas como el utilizado por Domino's Pizza. Los pedidos a domicilio se solicitan en un número único que puede marcarse desde cualquier parte del país; las llamadas automáticamente se enrutan hacia la sucursal más cercana al abonado.

## **3.4 Redes de datos**

### **3.4.1 Técnicas de conmutación**

Por medio de la conmutación es posible establecer trayectorias entre nodos (abonados) o componentes en una red de datos. Existen cuatro métodos: Conmutación de circuitos, mensajes, paquetes y celdas.

Conmutación de circuitos. Determina trayectorias físicas (circuitos) que permanecen durante la conexión entre fuente y destino a través de enlaces dedicados o de extremo a extremo. No considera aspectos como: Verificación de errores, establecimiento de sesiones, control de flujo y formato de tramas, entre otros. Los proveedores de servicios se encargan de añadir en la red funciones adicionales que consideren estas premisas y es ampliamente usado en redes telefónicas analógicas y de datos. Por ejemplo, RDSI de banda estrecha.

---

<sup>3</sup> Fuente: Curso sobre Redes de Servicios Integrados

Conmutación de mensajes. Método utilizado en las redes de datos desde mediados de los años 60. Actualmente ha sido prácticamente desterrada debido a que en las horas de mayor tráfico generaba "cuellos de botella"; aunque algunos autores españoles afirman que continúan empleándose en aplicaciones como correo electrónico, donde el tráfico no es interactivo y de tiempo real. Consiste en reenviar y almacenar los mensajes temporalmente en unidades de disco dentro del conmutador.

Conmutación de paquetes. La información se divide en pequeños fragmentos llamados "paquetes de datos", éstos a su vez son encapsulados con información de control (encabezados) para después encaminarse a través de la red hacia el destinatario. Es la técnica más aplicada en redes de datos diseñadas para tráfico en ráfagas como: Frame Relay y x.25.

Conmutación de celdas. Es similar a la anterior. Solamente difieren en la manera de asignar el tamaño de los paquetes. Por ejemplo, los equipos de conmutación basados en x.25 emplean paquetes de 128 octetos con posibilidad de ampliarlos hasta 4,096 aproximadamente y, al mismo tiempo, los conmutadores de ATM manejan celdas con 53 octetos.

Por lo anterior, concluimos que la conmutación de paquetes procesa bloques de información con longitud variable y por celdas, la extensión de los paquetes son fijos. Redes de voz y datos como ATM y RDSI de banda ancha utilizan esta técnica.

### **3.5 Protocolos de enrutamiento**

Proceso en que los enrutadores reciben y después deciden hacia dónde deben dirigirse los paquetes de información, consultando y construyendo unas tablas de enrutamiento a partir de "protocolos de enrutamiento".

*RIP (Route Information Protocol -Protocolo de Información de Enrutamiento-)*

Protocolo de acceso interno o IGP (Interior Gateway Protocol), que emplea enrutadores de regiones autónomas para compartir datos de enrutamiento de manera interna. Cada 30 segundos anuncia todas sus conexiones directas; después escucha y determina cuántas redes están conectadas y el número de saltos necesarios para alcanzarlas. Esto se denomina "vector de distancia". Generalmente elige la mínima cantidad de saltos y soporta un máximo de 15. Aplicado en Intranet pequeñas.

*OSPF (Open Shortest Path First) Abrir trayecto más corto primero*

Utiliza métodos de multidifusión IP para indicar a todos los enrutadores su tabla de enrutamiento. Éste contiene información sobre el ancho de banda y estado de cada enlace; de ahí que se denomine un protocolo de enlace. Así, el enrutador elegirá la ruta menos congestionada para cada paquete, reduciendo costo a los proveedores de servicios. Divulga sus tablas cada 10 segundos.

Nortel Networks asegura que los enrutadores de los proveedores de servicios para Redes de Área Extensa en el 2000, contenían habitualmente cerca de 60,000 rutas.

*EGP (Exterior Gateway Protocol) Protocolo de vía de acceso exterior.*

Genera saludos periódicos y respuestas sin costos adicionales a las demás redes. Un protocolo de saludo establece y mantiene las relaciones con los *routers* vecinos.

*BGP (Border Gateway Protocol) Protocolo de vía de acceso marginal*

Protocolo de vía de acceso exterior para enrutadores que no son centrales y que están interconectados a dos o más redes autónomas. Mantiene la información de enrutamiento de sus propias redes autónomas y vecinas, aunque no poseen un mapa de la red interna completa.

### **3.6 Protocolo de red X.25**

X.25 es un protocolo muy utilizado en la actualidad, aunque data de 1976 y ha registrado modificaciones. Aunque continúa siendo de gran utilidad en países en vías de desarrollo que cuentan con una infraestructura de telecomunicaciones y aún resulta una buena opción para tráfico de datos.

Estándar que determina las interfases entre terminales y una red de conmutación de paquetes como RDSI.

X.25 se diseñó en un principio para trabajar en un entorno de red analógica a baja velocidad y mínimos requisitos para detección y corrección de errores de extremo a extremo.

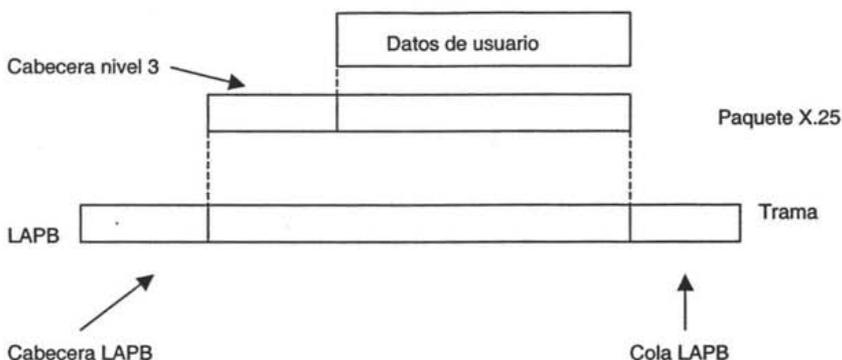
#### **3.6.1 Arquitectura X.25**

Con relación al modelo OSI, la capa de enlace transfiere de forma fiable los datos a través del enlace físico, transmitiendo los datos en secuencia de tramas.

La capa de enlace estándar en X.25 es el LAPB (Paquete Equilibrado de Acceso al Enlace – Link Protocol Balanced)

El nivel de paquete de X.25 establece un circuito virtual externo, que posibilita al abonado de la red establecer conexiones lógicas denominadas "*llamadas virtuales con otros abonados*".

En la figura 3.2 se indican las capas de X.25. Donde los datos de usuario pasan a los niveles que se encuentran abajo del nivel 3 de X.25, éste les añade una cabecera que proporciona información de control, dando lugar a un paquete (los datos de usuario se pueden segmentar en paquetes)



*Figura 3.2. Datos de usuario e información de control del protocolo X.25*

La información de control contenida en el paquete tiene las siguientes finalidades:

- Identificación de un circuito virtual mediante un número al que se asocian los datos.
- Definición de números de secuencia para su uso en el control de flujo y errores sobre los circuitos virtuales.

Posteriormente el paquete X.25 pasa a la entidad LAPB, que añade información de control al inicio y al final del paquete, lo que da lugar a una trama LAPB.

Las causas por las que X.25 sigue siendo utilizado es por los siguientes motivos:

- Longevidad: por su antigüedad mucha gente está familiarizada con esta tecnología, además X.25 se encuentra en la mayor parte del mercado.
- Capacidad de circuitos virtuales conmutados: X.25 puede hacer conexiones de extremo a extremo según convenga, y si se requiere de hacer modificaciones a la red o en los circuitos virtuales no es necesario volver a configurar la red.
- Cobertura geográfica: Debido a su existencia en los países con infraestructura subdesarrollada, existe en la mayoría de los países del mundo.
- Economía: Debido a su cobertura internacional a bajo costo de acceso a datos muchas empresas se benefician, también se reduce el costo multiplexando varios circuitos virtuales en un solo circuito de acceso.

- **Fiabilidad:** Es una tecnología muy fiable debido a que cuenta con extensas funciones de comprobación de errores, aunque no es muy fiable para aplicaciones POS.

Los equipos de X.25 se dividen en tres categorías:

**DTE:** (Data terminal Equipment) - Equipo terminal de datos son dispositivos de extremo que se comunican a través de la red y normalmente se les denomina como terminales, computadoras personales o *hosts* de red que se sitúan en las instalaciones del abonado.

**DCE:** Equipo de terminación de circuitos de datos (Data Circuit Terminating Equipment.) Son los módems o conmutadores de paquetes que proporcionan la interfaz entre los dispositivos DTE y PSE.

**PSE:** Intercambio de conmutación de paquetes (Packet Switching Exchange), son conmutadores que se sitúan en la red del proveedor de servicio y proporciona la capacidad de conmutación de paquetes para X.25.

El PAD Ensamblador / desensamblador de paquetes (Packet Assembler / Disassembler) Dispositivo que se encuentra entre el DTE y el DCE. Realizan tres funciones: De memoria intermedia para datos, ensamble y desensamble de los paquetes. También el PAD presta servicios de memoria intermedia de datos para los datos enviados desde o hasta el dispositivo DTE, también reúne los datos salientes, los organiza en paquetes y los envía al DCE (Fig. 3.3)

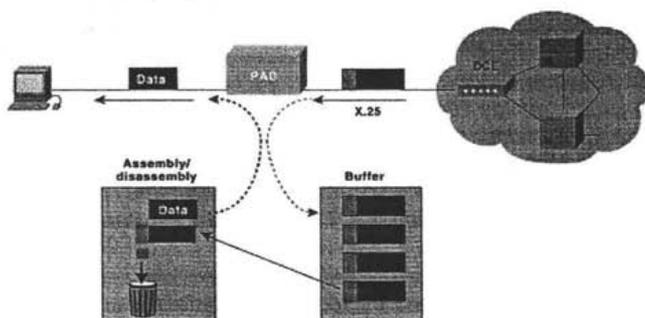


Figura 3.3 Funcionamiento de un PAD

X.25 ofrece dos tipos de circuito virtual que son: llamadas virtuales o también denominados Circuitos virtuales conmutados y Circuitos Virtuales Permanentes, donde la llamada virtual es un circuito virtual que se establece dinámicamente mediante la petición de una llamada y la liberación de ésta, las conexiones temporales utilizadas para la transferencia de datos esporádicas y un circuito virtual permanente es un circuito virtual fijo asignado en la red, se utilizan para transferencias frecuentes de datos. Los Circuitos Virtuales Permanentes no precisan del establecimiento y liberación de la sesión.

La transmisión se realiza en Full Duplex en cualquier instante.

Un equipo terminal de datos establece hasta 4,095 circuitos virtuales al mismo tiempo con otros equipos terminales de datos sobre el mismo enlace físico entre el equipo terminal de datos y el equipo terminal de circuitos de datos, puede asignar circuitos de manera interna como le convenga. Para identificar qué paquetes permanecen a cada circuito virtual, se incluye un número de circuito virtual de 12 bits.

### **3.7 Frame Relay (Relevo de tramas)**

Es un protocolo orientado para conmutación de paquetes empleado para el transporte de datos en grandes cantidades y además combina varias aplicaciones; ejemplo de ellas: tráfico de voz, tráfico Internet corporativo por IP y tráfico SNA a buen precio.

En sus inicios fue una buena solución pues cubría la necesidad de transmisión a alta velocidad, utilizando instalaciones digitales y la económica capacidad de proceso de los dispositivos de usuario final.

Fue creada pensando en los servicios de transmisión de larga distancia que registraban una tasa de error elevada; para mejorar esta desventaja se añade información redundante en cada paquete, también realiza un proceso extra que se incluye tanto en el destino final como en los nodos intermedios de conmutación, necesario para corregir los errores.

Las redes TDM (Multiplexión por división de Tiempo) arrendadas eran fiables pero su costo era muy elevado para intranets corporativas dispersas y en continua expansión.

*La red que proporciona la interfase Frame Relay puede ser una red pública o una red de equipos privados sirviendo a una sola empresa. Proporciona métodos para multicanalizar estadísticamente muchas conversaciones lógicas de datos (relacionados con circuitos virtuales), sobre un único enlace físico de transmisión puede soportar múltiples flujos de datos. También puede usarse sin técnicas TDM o sobre los canales proporcionados por sistemas TDM.*

*Explora recientes avances tecnológicos de transmisión, ráfagas para interconexión de redes (LAN - WAN). Incluye un algoritmo de chequeo cíclico redundante (CRC) que detecta los bits extraviados, pero no incluye ningún mecanismo de protocolo para corregir los datos que estén incorrectos.*

Su objetivo es el desarrollo de una tecnología WAN que gestione el crecimiento a una velocidad elevada, alto rendimiento global, pocas demoras, uso de circuitos virtuales.

#### **3.7.1 Características Frame Relay**

Frame Relay está conformada por puntos finales, éstos son: Computadoras personales, servidores, conmutadores telefónicos, equipo de videoconferencia, sistemas centrales SNA (Sistemas de Arquitectura de

Redes), equipo de acceso a Relé de Trama que es el DTE (Equipo Terminal de Datos), en el que se incluyen puentes, routers, sistemas centrales y los FRAD (Animation highlight the DTE's, otro componente importante es el equipo de red DCE (equipo de comunicaciones de datos) y el CPE (equipo en las instalaciones del cliente)

Frame Relay describe una trayectoria lógica dentro de la red, denominada circuito virtual. El ancho de banda se asigna por paquetes.

#### Formato de trama

La trama consta de un subconjunto del protocolo de acceso de enlace de (LAP-D) que fue definido para ISDN. En Frame Relay las tramas se llaman Unidades de Datos de Protocolo (PDU's). Frame Relay permite las siguientes cualidades para la PDU.

- Delimitación de la trama, alineamiento, transparencia por HDLC y cero bits de inserción/extracción.
- Verificación de la integridad de la trama, proporcionado por la secuencia de chequeo de trama (FCS). El FCS es generado por código estándar de control cíclico redundante de CCITT de 16 bits.
- Direccionamiento que utiliza de 2 a 4 bits de cabecera. Un bit de dirección extendida es reservado en cada byte para indicar si le sigue otro o no.
- Control de gestión de la información. El control de elegibilidad de descarte (DE) proporciona un mecanismo de prioridad de dos niveles, en el cual la más baja prioridad de tráfico se descarta en caso de congestión hacia delante (FECN) y el bit de notificación de congestión hacia atrás (BECN) notifican al usuario final la congestión existente en la red.

Flag	Adress	Information	FCS	Flag
1 byte	2 - 4 bytes	variable	2 bytes	1 byte

La bandera (flag) delimita el extremo del marco o bastidor.

*En los datos de encapsulado cada marco de este campo variable incluye datos de la carga útil que varía la longitud hasta 16,000 octetos. Este campo sirve para transportar el paquete de protocolo de la capa alta PDU.*

Frame Relay es una tecnología de conmutación de paquete que organiza los datos en unidades que se envían individualmente (tramas).

Aprovecha al máximo el ancho de banda, porque asigna dinámicamente intervalos de tiempo a los canales que tengan información para transmitir.

Soporta diversos protocolos en la misma infraestructura, como: Voz en paquetes, tráfico LAN por IP, SNA, etc.

El relevo de tramas soporta tráfico con diferentes características. Por ejemplo: tráfico LAN por IP que utiliza tramas de gran tamaño y es tolerante a demoras, ofreciendo prioridades o "clases de servicio".

### **3.7.2 Capacidad de ampliación y disponibilidad**

Las velocidades de relevo de trama van de T1/E1 a T3/E3, introducen las especificaciones para interconexión con ATM. Emplea circuitos virtuales que enrutan el tráfico alrededor de un nodo en caso de falla en la red, con lo cual garantiza su disponibilidad.

Los circuitos virtuales se clasifican en circuitos virtuales conmutados (SVC) que son conexiones temporales que se establecen si es necesario hacer una transmisión esporádica de datos entre los dispositivos de acceso a través de la red. Y circuitos virtuales permanentes (PVC) que establecen conexiones permanentes.

*Frame Relay es usado para enrutar protocolos de Redes de Área Local (LAN) como IPX o TCP/IP, pero también puede emplearse para transportar tráfico asíncrono e incluso voz.*

*Frame Relay fue diseñado para trabajar sobre interfases ISDN.*

*El protocolo de transmisiones ISDN propone un método por el cual un DTE y un DCE se comunicarán para establecer, terminar y dirigir SVC's dinámicamente.*

### **3.8 Modo de Transferencia Asíncrono**

Tecnología basada en conmutación y multiplexaje de celdas que utilizan paquetes de longitud fija para enviar múltiples flujos de tráfico hacia diversos destinos a grandes velocidades. Es parte fundamental de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha y considerada evolución de x.25.

El tamaño fijo de la celda permite que la conmutación se realice rápidamente, mejorando de manera considerable el rendimiento de la red; además garantiza que información sensible a retardos (crítica en el tiempo) como voz y video, no se altere debido a tramas de datos largos o paquetes. Cada celda está formada por 53 octetos: 48 bytes de información y 5 bytes para control (encabezado); entre más longitud tenga, la cabecera tomará un pequeño porcentaje de ella y el sistema será más eficiente.

ATM asigna anchos de banda dinámicamente, efectúa la conmutación en el hardware, soporta calidad de servicio<sup>4</sup> y garantiza el funcionamiento entre equipos de diferentes fabricantes. Establece dos tipos de conexiones lógicas:

VCC (conexión de circuito virtual) Comunicación en un solo sentido entre estaciones de trabajo o usuarios. Se divide en:

- *Circuitos virtuales permanentes (VPC)*. Configurados estáticamente. Permanecen fijos sin considerar el flujo de tráfico.
- *Circuitos virtuales conmutados (SVC)*. Controlados de forma dinámica por parámetros de señalización; pueden ser punto a punto o multipunto. Proporciona un vasto conjunto de capacidades de servicio.

VPC (Conexión de trayecto virtual) Conjunto de Vcc agrupados que cruzan multiplexadamente un tramo de la red, facilitando su conmutación; además, funciona como troncales virtuales entre dos conmutadores. La figura 3.4 muestra el algoritmo para establecer una conexión.

### **3.8.1 Clase de servicio**

Estructurados en función del ancho de banda, retardo y modo de conexión.

CBR (Constant Bit Rate -Velocidad constante de bits-). Enlace sobre un circuito virtual que suministra servicios al usuario final con características como ancho de banda, velocidad y calidad de transmisión muy similares a los que proporciona un circuito punto a punto. Utilizado en aplicaciones que son sensibles al retraso de celdas como el tráfico telefónico y videoconferencias.

NRT (Non Real Time – Variable Bit Rate) Velocidad variable de bits en tiempo no real. Los usuarios de la red envían tráfico con velocidad variable que depende del tamaño de la información. Por ejemplo, el correo electrónico de multimedia.

---

<sup>4</sup> QoS. Define niveles únicos de calidad para cada tipo de servicio. Designa algunas prioridades a tráficos que son críticos en el tiempo.

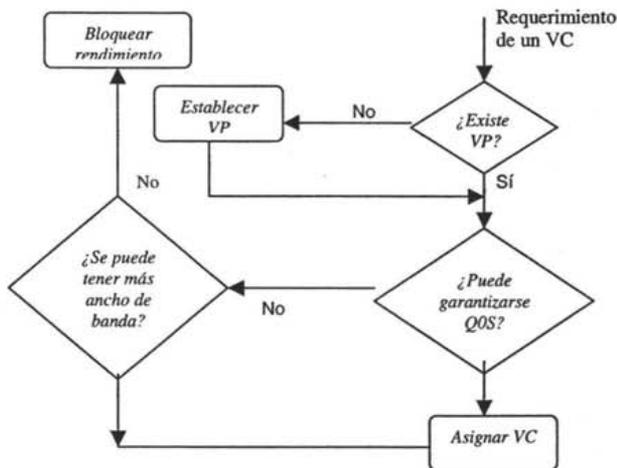


Figura 3.4 Algoritmo para establecimiento de una conexión

Algoritmo:

1. Establecer un procedimiento de conexión con cada enlace
2. Negociar los requerimientos del ancho de banda
3. Se negocia la QoS
4. Una vez aceptada la conexión, la administración monitoreará el tráfico del usuario para asegurar que no exceda el ancho de banda negociado

Rt – VBR (Real Time Bit Rate -Velocidad variable de bits en tiempo real-). Similar al anterior. Empleado en compresiones de voz y videos interactivos que son sensibles al retraso de celdas.

ABR (Available Bit Rate) Velocidad de bits disponibles. Proporciona control de flujo basado en la velocidad. La fuente de información puede controlar la velocidad del flujo de datos dependiendo del estado de la red. Destinado a tráfico de datos como correo electrónico y transferencia de archivos.

UBR (Unspecified Bit Rate) Velocidad de bits no especificada. Aplicado a TCP/IP y tipos de tráfico no definidos en los servicios anteriores.

**3.8.2 Modelo de referencia**

Dividido en tres niveles que abarcan las capas física y enlace del modelo OSI.

Nivel físico. Define las características eléctricas y mecánicas de cada interfase, transmisión y recepción de bits hacia el medio físico apropiado. ATM FORUM (Foro ATM) establece cuatro velocidades de transmisión UNI (interfaz de red del usuario): DS3, SONET STS3c (155.52 Mbps), T1/E1, T3/E3 definidas con anterioridad.

Nivel ATM. Determina el enrutamiento, multiplexaje, conmutación, control de flujo de datos y detección de errores ocurridos en la cabecera.

Nivel de adaptación. Introduce la información en paquetes de longitud fija; es decir, al formato ATM y controla los errores ocurridos durante la transmisión. Se divide en cinco etapas:

- AAL – 1 (ATM Adaptation Layer 1) Capa de adaptación ATM #1. Utiliza servicios CBR con características de tiempo apropiado para servicios de voz, video y datos que requieren sincronía entre estaciones de trabajo.
- AAL – 2 (ATM Adaptation Layer 2) Capa de adaptación ATM #2 Emplea servicios de velocidad variable para aplicaciones en tiempo real que aceptan pequeñas pérdidas y en tiempo no real. Ejemplos: voz y video en paquetes.
- AAL 3 / 4 (ATM Adaptation Layer 3 &4) Capas de adaptación ATM 3 y 4. Los datos no requieren estar en sincronía. El ancho de banda aumenta en las horas de mayor tráfico cuando la capacidad de la red está disponible.
- AAL – 5 (ATM Adaptation Layer 5) Capa de adaptación ATM #5 Aprovecha los servicios de velocidad variable VBR. El ancho de banda sobrante o disponible es asignado a aplicaciones como transferencia de archivos que no requieren forzosamente velocidades constantes.

### **3.9 Redes inalámbricas**

Redes de comunicaciones que hacen uso de radiofrecuencia, eliminan los cables y ocupan el espacio libre como medio de transmisión; fueron diseñados para conseguir una mayor movilidad y eficiencia de los trabajos en una empresa.

#### **3.9.1 Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN)**

Ofrecen la posibilidad de compartir información sin necesidad de buscar un enlace físico, así como una mayor comodidad. Ofrecen algunas ventajas sobre las redes alámbricas:

- Movilidad. La información requerida se proporciona en tiempo real en cualquier parte de una empresa para su personal.
- Fácil de instalar. No requiere tendido de cables a través de los muros.
- Bajo costo. Cuando se requiere hacer cambio de ubicación, el costo de la red cableada es más alto, además tiene una mayor duración y el costo de desmantelamiento es mínimo.

Tecnologías empleadas para la transmisión:

Banda estrecha. Se transmite y recibe en una banda que es lo más estrecha posible.

Banda ancha. Utilizada con más frecuencia. Manejan un mayor ancho de banda, que pueden ser:

*Frecuencia esperada.* Emplea la portadora de la banda estrecha que convierte la frecuencia a un estándar que conocen transmisor y receptor

*Secuencia directa.* Genera un bit redundante por cada bit de transmisión; si este número es mayor, entonces mejora la posibilidad de reconstrucción de datos originales.

#### Funcionamiento

Esta tecnología hace uso de los rayos infrarrojos para transportar información de un punto a otro sin necesidad de medios físicos. Las ondas de radio se trasladan en las portadoras de radio y llevan la energía al receptor remoto. Varias portadoras se pueden transmitir a la vez y en el mismo espacio sin que interfieran, para lo cual las ondas se transmiten en distintas frecuencias de radio.

En una LAN inalámbrica los puntos de acceso conectan la red cableada a un lugar fijo mediante un cableado físico. El punto de acceso recibe la información, la almacena y transmite en las LAN alámbricas e inalámbricas.

El punto de acceso se ubica en un sitio alto para evitar interferencias.

Los usuarios finales se conectan a la WLAN a través de adaptadores que proporcionan la interfaz entre el sistema de operación y la red del cliente.

#### Configuración:

Instalación uno a uno. Es la configuración entre dos ordenadores que cuentan con tarjetas adaptadoras para WLAN. Cada ordenador tiene acceso a los recursos de los demás dentro de un área determinada.



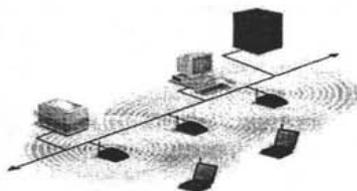
Figura3.5 Instalación uno a uno

Instalación a un punto de acceso (APS) Duplica la cobertura. Cualquier cliente se puede conectar a la red desde que el punto de acceso se conecta a la red inalámbrica; cada punto de acceso puede servir a varios clientes.



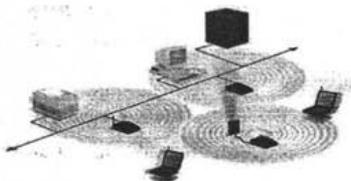
Figura3.6 Instalación APS

Instalación a varios puntos de acceso. Los puntos de acceso tienen un alcance de 150 m en lugares cerrados y 300 m en lugares abiertos. Cuando el área es muy grande se requiere el uso de más puntos de acceso. Se cubre el área con células para tener una movilidad sin cortes (roaming).



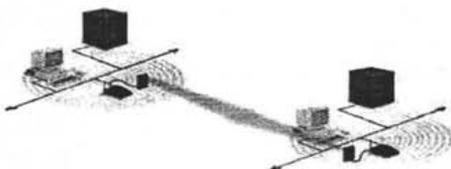
**Figura 3.7 Instalación a varios puntos de acceso**

Puntos de extensión. Extienden el rango de cobertura de la red, retransmitiendo la señal de un cliente a un punto de acceso o a otro punto de extensión. Los puntos de extensión se constituyen como un puente entre el cliente y el punto de acceso.



**Figura 3.8 Puntos de extensión**

Antenas direccionales. Cuando se requiere una WLAN a otro edificio a 1 km de distancia, se instala una antena en cada edificio con línea de visión directa; las antenas de ambos edificios se conectan a la red cableada mediante un punto de acceso.



**Figura 3.9 Antenas direccionales**

### 3.9.2 Estándares

Los estándares inalámbricos de WLAN: 802.11.x, e Hiperland / 2 (Alto performance de radio de redes de área local tipo 2) fijan sus bases para futuros servicios. Las ventajas de 802.11x son su flexibilidad en los equipos, robustez, ahorro en el cableado, trabaja a tasas de datos de 1 Mbp y recientemente a

11Mbps, que se llama **802.11b**. Existe una nueva versión 802.11a que opera a velocidades de 54 Mbps y ofrece calidad de servicio.

Hiperland/2 proporciona velocidades de transmisión de 27 Mbps – 54 Mbps a distancias de más de 200 m. Está siendo planeada para implementar el acceso a sistemas de tercera generación y para redes UMTS (Universal Mobile Telecommunications System -Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles-).

Para conseguir que las redes WLAN se interconecten con otro tipo de redes, el formato se convierte en los puntos de acceso al formato empleado en Ethernet y Token Ring.

### **Bluetooth (Tecnología de código – diente azul)**

Permite comunicar entre sí a un teléfono móvil con infrarrojos, líneas de red, zip, drivers, correo electrónico, etc. Para lo cual bluetooth facilitará la comunicación entre los teléfonos móviles, ordenadores y aparatos electrónicos a través de ondas de radio.

Una presentación multimedia en el móvil se transfiere a una PC por medio de ondas de radio de corto alcance en un radio de 10 m; los números telefónicos se podrán marcar desde la PC o en una PALM (agenda electrónica) hacia un teléfono móvil.

Su espectro radioeléctrico es libre en toda la tierra y no está sometido a licencia (no hay cargos extras por su uso). Opera en la banda de los 2.45 GHz, y su velocidad de transmisión es de 720 Kbps – 1 Mbps.

En el futuro, impulsará la utilización de redes WLAN; las terminales electrónicas se comunicarán e intercambiarán información en movimiento. Sin embargo existen algunos inconvenientes como el costo y control de las funciones del chip.

### **3.10 Sistema Global Para Comunicaciones Móviles (GSM)**

Este sistema fue diseñado en Europa como un único estándar celular. Se considera una tecnología de segunda generación de telefonía móvil.

Por medio de la utilización de la tecnología GSM se pueden enviar o recibir fotografías o imágenes en movimiento que aparecen en la pantalla del teléfono celular al que fue enviado.

GSM opera en en distintas bandas de frecuencia:

- GSM (900) con operación en una frecuencia de 900 MHz y es utilizada en Europa y el resto del mundo.
- GSM (1800), con una frecuencia de 1,800 MHz, empleada en Francia, Alemania, Suiza, Gran Bretaña y Rusia.
- GSM (1900), también se le nombra PCS (Servicios de comunicaciones personales). Esta frecuencia se utiliza en EU y Canadá para GSM; su diferencia es que PCS se refiere a cualquier red de telefonía móvil digital que opera a 1,900 MHz.

### **3.10.1 Métodos de acceso**

- FDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia) se encarga de dividir el ancho de banda de 25 MHz en 124 canales de la portadora.
- TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo) toma a cada frecuencia y la divide en unidades básicas llamadas ráfagas

Las tramas TDMA forman la unidad básica de los canales lógicos; se denominan 8 periodos de ráfagas agrupadas. Los canales de tráfico llevan el tráfico de voz y datos y se definen como un grupo de 26 tramas TDMA.

### **3.11 Comunicaciones satelitales**

#### **GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)**

Tecnología aeroespacial que utiliza los satélites y los rastreadores que están en la Tierra para determinar su posición con respecto a ésta. Fue utilizado durante la guerra en el Golfo Pérsico, en 1991.

#### **Determinación de su posición**

El rastreador conoce la localización del satélite. El satélite del GPS transmite los datos que indican su localización y tiempo actual. Todos los satélites GPS sincronizan sus operaciones para transmitir estas señales, moviéndose a la velocidad de la luz, llegan a un receptor del GPS a horas diversas, ya que algunos satélites se encuentran mas lejos que otros.

La distancia del GPS a los satélites se puede determinar estimando el tiempo que tarda para que las señales alcancen al receptor.

El receptor estima la distancia por lo menos a cuatro satélites de GPS y puede calcular la distancia en tres dimensiones.

Los satélites dan la posición del GPS por que giren formando esferas imaginarias y hasta que interceptan éstas dan la posición exacta.

El GPS se emplea para localizar autos, para la policía, bomberos que envían vehículos reduciendo el tiempo de reacción; también los GPS se pueden utilizar en los vehículos para proporcionar al conductor su localización en un mapa local.

### **3.12 Servicios de Banda Ancha (Broadband Media Services)**

#### **3.12.1 LINEA DE ABONADO DIGITAL (xDSL)**

La línea de abonado digital está formada por varias tecnologías que proveen un gran ancho de banda para varias aplicaciones, entre las cuales están un rápido acceso a Internet utilizando las líneas telefónicas, acceso remoto a redes LAN, videoconferencia y sistemas de Redes Privadas Virtuales

(VPN) sobre circuitos locales que no implementan amplificadores ni repetidores en la línea.

Las tecnologías xDSL aprovechan la infraestructura de las líneas analógicas convencionales aprovechando los pares de Cu, siempre que cumplan los requisitos de calidad del circuito y distancia. Para que DSL opere en buenas condiciones debe haber una separación de menos de 5,500 m. entre el equipo y la central telefónica.

Algunos de sus beneficios:

- Conexión ininterrumpida y veloz.
- Flexibilidad (los usuarios pueden utilizar la misma línea telefónica para efectuar llamadas y recibir mientras está conectado en Internet)
- Totalmente digital (convierte las líneas analógicas en digitales, adhiriendo un dispositivo de interconexión de línea en la central telefónica y un modem DSL en la instalación del abonado.

En la empresa los costos de inversión son relativamente bajos, comparados con los costos que implica el recableado de la planta instalada, permite una reducción cuando se requiere la implementación de nuevos servicios a mediano plazo.

Las líneas telefónicas soportan diversos canales de ancho de banda, el más bajo es para la comunicación de voz y el más alto se emplea en vías de alta velocidad para la transmisión de datos.

### **FUNCIONAMIENTO**

Como se ilustra en la figura 3.10, el módem digital o router es accesible para la central telefónica, donde la compañía tiene instalado un DSLAM (Multiplexor de Acceso de Línea de Suscriptor Digital) que traduce las señales DSL. Son transmitidas desde la línea telefónica por la red Backbone y van directamente al router de servicio DSL, donde se verifica el acceso a la red y da servicio para la conexión a Internet.

xDSL codifica más datos y los transmite a una tasa más elevada de datos, restringida por el rango de frecuencia de una red POTS (Plan viejo de servicio telefónico -Plain Old Telephone Service-)

Los servicios xDSL dependen de la técnica empleada, y son: ADSL, VDSL, HDSL, entre otros. Estos datos pasan por un filtro splitter que se coloca delante de los módems del usuario y de la central telefónica; está formado por filtros que separan las señales de transmisión de alta frecuencia (datos) y las señales de baja frecuencia (telefonía)

El splitter es un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo.

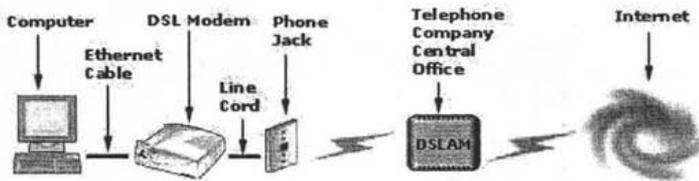


Figura 3.10 Conexión xDSL

Los proveedores de servicios pueden proporcionar múltiples velocidades de Mbps simultáneamente, dejando el canal de voz intacto.

Es lo suficiente flexible para soportar tráfico y formatos adicionales; por ejemplo, 6Mbps asimétricos para transmisión a alta velocidad de datos y video.

xDSL es una tecnología "Modem Like" (que asemeja a la tecnología del Módem), donde se colocan las terminales xDSL en los extremos, éstos aceptan flujo de datos a alta velocidad. Las tres técnicas de modulación para xDSL son: 2B1Q (2 bit, 1 Quaternary), CAP (carrier less amplitude phase modulation - Modulación por amplitud de fase) y DMT (discrete multitone modulation).

xDSL provee configuraciones simétricas o asimétricas para soportar ancho de banda en uno o ambos sentidos.

#### Reparto del ancho de banda

xDSL permite acceder a todos los servicios multimedia interactivos o a las redes WAN de banda ancha a través de la línea telefónica tradicional.

Los módems DSL crean tres canales, dos B y un D; este es su uso:

- La capacidad de información del canal D es de 16 kbps y se utiliza para la señalización.
- Los canales B pueden transportar hasta 64 kbps en ambos sentidos.

Para la creación de varios canales DSL se divide el ancho de banda disponible en la línea telefónica, para lo cual se utilizan dos métodos: multiplexión por división de frecuencia (FDM) o cancelación de eco y multiplexión por división de tiempo (TDM), que permite intercalar los datos procedentes de varios usuarios en un solo canal.

En la figura 3.11 se muestra el crecimiento de la tecnología xDSL a través del tiempo.



**Figura 3.11 Crecimiento de xDSL**

### **3.12.2 Medios de transmisión**

DSL funciona en una infraestructura de par trenzado y usan modulación para transmitir a altas velocidades. Las diferentes tecnologías DSL se caracterizan por la distancia que alcanzan los módems, velocidad y simetría en el tráfico descendente y ascendente.

Para la transmisión se dependen de estos factores:

- Longitud de la línea de cobre
- Calibre
- Interferencia y acoplamientos cruzados

La atenuación aumenta conforme incrementa la frecuencia y la longitud de la línea y disminuye al aumentar el calibre del cable.

### **3.12.3 Técnicas DSL**

La tecnología ADSL se implementó para sustituir al módem utilizado para la conexión a Internet; alcanza una velocidad de 1.5 Mbps.

HDSL se aplica en redes PBX (Centrales telefónicas privadas), estaciones de antenas para celulares, servicios de Internet y redes privadas de datos.

VDSL es una tecnología para suministrar a futuro señales de televisión de alta definición.

### **ADSL**

Siglas de Línea de abonado digital asíncrona. Es una tecnología DSL que provee buena velocidad para bajar información de la red, pero baja para subir información. Se utiliza principalmente para navegar en Internet.

Para hacer uso de esta tecnología es necesario instalar un módem ADSL, tanto en la central telefónica como en la conexión del usuario. Las velocidades del usuario van de 1.5M bps a 9 Mbps y hacia el proveedor de

servicio va de 16 kbps a 800 kbps, dependiendo de la separación entre el usuario y la central.

Con ADSL se puede hablar por teléfono mientras se transmiten datos y esto es por los filtros que distinguen la voz y los datos.

#### Diferencias con RDSI:

Ambos servicios proporcionan alta velocidad y permiten la utilización de un canal de datos mientras que otro se emplea para voz en la misma línea.

Una diferencia con RDSI es que funciona a través de conmutación de circuitos y ADSL es una conexión punto a punto, lo que significa que si se desea realizar una conexión a Internet con RDSI se efectúa una marcación a un número telefónico y la central conecta con el dispositivo receptor.

Para un módem ADSL existe una conexión permanente, que significa que no requiere de marcado de número de telefónico para acceder a Internet. En la central telefónica se ubican varios módems ADSL destinados para cada usuario que contrata el servicio. Todos los módems se enlazan mediante un conmutador Ethernet, un router o un conmutador ATM que tenga conexión de Internet a alta velocidad.

CARACTERÍSTICA	RDSI	ADSL
Velocidad máxima	128 kbps	2 Mbps
Dispositivo	Adaptador de red	Adaptador ADSL
Tecnología	Digital	Digital
Canal	Analógico	Digital
Disponibilidad	Universal	Según ubicación

*Tabla 3.5 Diferencias entre ADSL y RDSI*

### VDSL

Línea de abonado digital de muy alta velocidad. Tecnología DSL que alcanza una velocidad de transmisión de 13 Mbps –52 Mbps de la central telefónica al abonado y 1.5 Mbps–, 2.3 Mbps del abonado a la central; es una tecnología asimétrica, pero la distancia entre central y abonado no debe ser mayor de 1.373 km.

Empleada para el suministro de señal de televisión de alta definición.

Fue diseñada para transmitirse en fibra óptica, aunque también se emplea tecnología en la infraestructura existente de cable de cobre.

VDSL es una evolución de ADSL que aumenta la tasa de bits y el ancho de banda. Otra característica de VDSL es que no utiliza cancelación de eco pero proporciona bandas separadas para los diferentes servicios y su asignación es:

- POTS 0 – 4 KHz
- RDSI 4KHz - 80 KHz
- Enlace ascendente 300 KHz – 700 KHz
- Enlace descendente > 0 = 1 MHz

Las implementaciones VDSL que utilizan CAP (Modulación por amplitud de fase) y PAM (Modulación por amplitudes de pulso). Si se decide utilizar PAM se transmite en banda base que emplea las frecuencias bajas, por ser menos propicias al ruido, y si aplica CAP emplea a los POTS (canales de voz) o RDSI simultáneamente con VDSL.

En esta figura se muestra el reparto de ancho de banda en VDSL

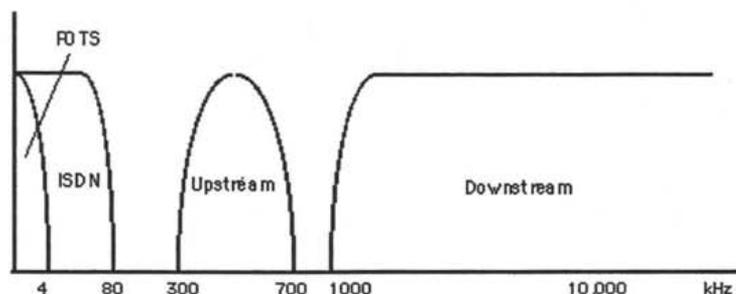


Figura 3.12 Velocidades de transmisión vs. distancia

Tasas de velocidad de bajada	Distancia
12.96 Mbps – 13.8 Mbps	1,500 mt
25.92 Mbps – 27.6 Mbps	1,000 mt
52.84 Mbps – 55.2 Mbps	300 mt

### HDSL

Línea de abonados digitales de índice de datos elevados. Tecnología asimétrica bidireccional, tanto del abonado a la central como de la central al abonado tienen la misma velocidad de transmisión, se implementa en PBX (central telefónica privada), empresas donde existen grandes redes de datos y donde se requiere transportar datos a alta velocidad. La velocidad que alcanza es 1.544 Mbps (full dúplex) empleando dos pares de cobre y 2.048 Mbps en tres pares trenzados.

#### Ancho de banda

HDSL amplía el ancho de banda estrecho como el del cobre, que trabaja en un rango de Multimegabits.

Esta tecnología transmite en ambos sentidos a la misma velocidad por dos pares telefónicos una cantidad de tráfico de bits en la línea telefónica no condicionada. Además el utilizar dos pares trenzados compensan las distorsiones originadas por el medio, divide los 2.048 Mbps en dos pares y al llegar al extremo de transmisión se reconstruye la señal con la estructura de trama completa.

Distancia de transmisión:

Un módem HDSL transmite a una velocidad de 2 Mbps en líneas no condicionadas de 2 y 4 hilos, a una distancia de 9.2 km. Si llega a fallar la transmisión en un par, el otro sigue funcionando.

Algunas de las aplicaciones son el acceso a redes satelitales y del tipo Frame Relay. Tiene cabidad para redes públicas y privadas, en éstas realizan enlaces LAN – LAN, PABx – PABx, enlaces E1; también se aplica en redes troncales de fibra para acceso remoto a datos o videoconferencia. Una ventaja es que no requiere dar de baja la infraestructura si no que aprovecha el par trenzado

### 3.13 Videoconferencia

Sistema digital utilizado generalmente con fines educativos, científicos y empresariales, que reúne desde pequeños hasta grandes auditorios ubicados en distintos puntos del planeta. Los participantes conversan y se observan como si estuvieran físicamente cerca; además pueden intercambiar diferentes tipos de información (voz, video, datos, texto, etc.) Ofrece servicios en: escuelas (educación a distancia), institutos (desarrollo de Ingeniería), empresas (proyectos entre compañías, capacitación de personal y reunión de ejecutivos), etc.

Un sistema de videoconferencia se define como *“conjunto de elementos básicos para realizar la comunicación entre los puntos de interés”*. Se clasifican en: Redes de comunicaciones, sala de videoconferencia y etapa de codificación / decodificación.

Red de comunicación. Establece los medios de transporte necesarios en la transmisión. Ejemplos: Fibra óptica, microondas y cable coaxial. La transmisión se realiza a través de RDSI.

Sala de videoconferencia. También denominado *“sitios de reunión”*. Relacionado con el ambiente físico (espacio, ventilación, comodidad), sistema de video (cámaras, micrófonos, monitores, bocinas) y sistemas de control (computadoras, dispositivos de comunicación) denominados *“equipos de videoconferencia”*.

Codec (Codificador/Decodificador o Compresor/Decompresor) Dispositivo encargado de convertir las señales de vídeo y audio en señales digitales. La información (combinación de imágenes fijas y en movimiento junto con la voz) los comprime y digitaliza, transmitiéndolos a través de líneas telefónicas digitales. Las sala de videoconferencia receptora también tendrá un Codec que se encargará de la expansión y recuperación de la señal original.

La comunicación se realiza por medio de conexiones punto a punto y multipunto. El enlace punto a punto establece una conexión directa entre dos equipos de videoconferencia. Cada sala controla sus respectivas funciones.

En la conexión multipunto participan varios sitios de reunión; utilizan equipos especiales denominados *“unidades multipunto”*, administrado por alguno de ellos, el cual fungirá de moderador. Su función será enlazar a las

demás salas y ceder la transmisión por turnos a cada una. El resto de los participantes observarán y escucharán únicamente a quien el moderador cedió la comunicación.

### **3.13.1 Clasificación**

Los servicios que proporciona la videoconferencia se distinguen de acuerdo a los anchos de banda y campo de aplicación. Enunciaremos someramente algunos.

*Uso personal / baja calidad.* Para conversaciones informales entre dos personas. Emplea velocidades de transmisión entre 28.8 Kbps a 64 Kbps sobre telefonía.

*Escritorio.* La transmisión se realiza por medio de la PC, conexiones y circuitos dedicados RDSI u otro tipo de líneas digitales. Utiliza módems desde 33,600 baudios hasta sistemas multipunto con grandes anchos de banda. Las velocidades de transmisión oscilan entre 64 Kbps y 128 Kbps. Asignado a grupos pequeños (cuatro personas máximo).

*Calidad intermedia.* Para reuniones de 15 personas en torno de una mesa. Emplean velocidades de transmisión entre 128 Kbps y 384 Kbps sobre redes IP.

*Calidad mejorada.* Aplicado a grandes reuniones. Requieren redes ATM y RDSI con velocidades de transmisión desde 384 Kbps hasta un E1.

*Calidad de sala o de difusión.* Destinada a aplicaciones específicas como: cirugías asistidas a distancia y Telemedicina. La velocidad de transmisión es de 8 Mbps a 16 Mbps.

*Sobre ruedas (Rollabout).* Diseñado para grupos de reunión pequeños. El equipo de videoconferencia se coloca en un gabinete que puede moverse; generalmente se requiere una cámara, un monitor, algunos micrófonos y bocinas. Utiliza dos o más líneas digitales.

*Interconstruidos.* Contiene los mismos elementos del anterior; el equipo se fija en salas acondicionadas para videoconferencias. Es de elevado costo.

*Por Internet.* La calidad es deficiente pues la transmisión no es continua y el ancho de banda cambia constantemente. Empleado en redes telefónicas residenciales donde las PC de los usuarios se conectan a Internet a través de un módem analógico de 56 Kbps.

*Sesiones para broadcast.* Asociada al "método de petición por demanda". Permite el reenvío de video en tiempo real. Provee equipos especiales para transmitir voz, video y datos por computadora, facilitando la comunicación entre los participantes de la videoconferencia.

### 3.13.2 Estándares

#### MPEG (Motion Picture Experts Group)

*Grupo de expertos en varias imágenes. Encargados del desarrollo de esquemas internacionales para compresión, descompresión, procesamiento y representación de la codificación de imágenes en movimiento, audio y la combinación de ambas.*

MPEG-1. Encargado del almacenamiento y recuperación de imágenes en movimiento y audio asociado a medios como CD-ROM y transmisiones de 1.544 Mbps a 2.048 Mbps.

MPEG-2. Empleado en películas DVD y sistemas digitales de distribución satelital, como HDTV. Flujos de video sin comprimir, requerirían 200 Mbps aprox. para codificarse; MPEG-2 puede realizarlo con velocidades desde 1.5 Mbps hasta 18 Mbps. Por ejemplo: Un video en DVD requiere codificarse a velocidades entre 5 Mbps y 9 Mbps para alcanzar una buena calidad de video.

MPEG-4. Tecnología que intenta obtener interactividad, eficiencia y estabilidad en las transmisiones. Ofrece video y resolución de alta calidad con velocidades para datos menores que MPEG-2. El rango de velocidad de codificación es más amplio (5 Kbps - 60 Mbps)

Orientado en aplicaciones multimedia; es aprovechado por dispositivos de comunicación de baja velocidad de transmisión. Por ejemplo, los teléfonos celulares que envían y reciben imágenes.

#### H.323

Desarrollado por la UIT para transmisiones de audio, video y datos en tiempo real sobre redes de paquetes (Fig. 3.13), como: IP, IPX y Redes corporativas. Define los componentes y procedimientos necesarios para proveer múltiples servicios sobre redes de paquetes.

H.323 puede aplicarse en gran variedad de mecanismos: Audio (telefonía sobre IP), audio y video (videotelefonía), audio y datos o la combinación de los tres; destinados a servicios de consumo, negocios y entretenimiento.

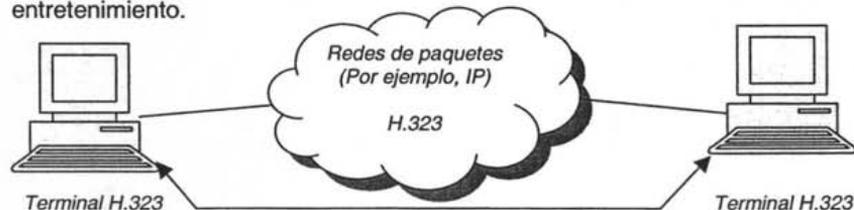


Figura 3.13 Terminales H.323 sobre red de paquetes

## ***Capítulo IV***

# **ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## 4.1 Introducción

Un proyecto es un esfuerzo temporal realizado para crear un producto o servicio único para alcanzar un objetivo bajo restricciones de costo y tiempo.

Partes de un proyecto:

- Tiene un principio y final
- Un conjunto específico de objetivos
- Criterios de calidad medibles
- Tiene varias actividades interrelacionadas
- Tiene recursos limitados
- Costo y tiempo están definidos

Para alcanzar el éxito de los proyectos, los objetivos deben realizarse a través del tiempo, costo, niveles de desempeño y tecnológico cuando los recursos son utilizados eficazmente, eficientemente y son aceptados por el cliente.

Beneficios:

- Identifica todas las responsabilidades funcionales para asegurar que todas las actividades serán informadas
- Minimizar la necesidad de informes continuos
- Identificar el tiempo límite para el programa, así como la metodología para las negociaciones *trade offs*
- Medición del plan vs. realización
- Identificación temprana de problemas para tomar acciones correctivas
- Mejorar las estimaciones (su capacidad) para planeaciones futuras
- Saber cuándo no pueden reunirse los objetivos o si serán excedidos

Desventajas:

- La complejidad de los proyectos
- Requerimientos especiales del cliente y cambios en el alcance
- Reestructuración de la organización
- Riesgos del proyecto
- Deben fijarse precios

Definición del éxito de los proyectos como el término de una actividad dentro de la restricción de tiempo, costo y desempeño:

- Dentro de un periodo de tiempo asignado
- Dentro de un costo presupuestado
- Dentro de un excelente desempeño o niveles de especificación
- Es aceptado por el cliente o usuario
- Cuando se utiliza el nombre del cliente como referencia
- Con acuerdos mínimos o mutuos sobre los cambios en el alcance

- Sin distraer el flujo de trabajo principal de la organización
- Sin cambios en la cultura corporativa



**Figura 4.1** La administración de proyectos está diseñada para administrar el control de los recursos de la compañía sobre una actividad dada dentro del tiempo, costo y desempeño. Estas son las restricciones del proyecto

Premisas:

- Rara vez los proyectos se mantienen dentro del alcance original. Los cambios en el alcance son inevitables y afectan la moral y el proyecto por completo.
- Los cambios en el alcance deben contenerse para un mínimo y cuando se requieran, deben ser aprobados por el administrador de proyectos y el cliente o usuario.
- El administrador de proyectos deberá administrar los proyectos basándose en las políticas, procedimientos, reglas y directrices de la organización donde se realiza el proyecto.
- Respetar la cultura de la organización (normas culturales acerca de honestidad al negocio con los clientes) Los proyectos se realizan y negocian basándose en ello.
- Excelencia. En la administración de proyectos es *un flujo continuo de proyectos administrados exitosamente.*

#### **4.1.2 Participantes del proyecto**

*Administrador de proyectos.* Controla los recursos de la compañía dentro del tiempo, costo y desempeño, además del dinero, mano de obra, facilidades, materiales, información y tecnología; solamente tiene control sobre el dinero.

El administrador de proyectos debe darse tiempo para todo, no debe *enamorarse del proyecto* porque le consumirá demasiado tiempo y descuidará a su hogar.

*Administradores de recursos.* Varios autores los denominan administradores de línea o funcionales; se encargan del control de los recursos (excepto el dinero) El administrador de proyectos negocia directamente con ellos en aspectos relacionados con los recursos.

*Usuarios.* Beneficiarios directos del proyecto.

*Miembros del equipo.* Grupo de personas que realizan las tareas del proyecto.

*Patrocinador del proyecto (sponsor, en Inglés)* Individuo o grupo que provee los recursos financieros en dinero o en especie.

*Stakeholders.* Individuos u organizaciones que están involucradas en el proyecto o que son afectados por éste. Es importante identificar a todos los *stakeholders* para determinar y administrar sus requerimientos y expectativas.

#### **4.1.3 La ética en la administración de proyectos**

*Se considera a la ética como un conjunto de normas a las que hemos de atenernos para mejorar en la vida y no dudamos que la ética sea eso, aunque no sólo eso. También tiene como meta la felicidad del hombre, pero no la nuestra exclusivamente. La dimensión subjetiva de la ética que hoy debe ganarse implica que la felicidad personal es imposible si no incluye en ella la de los demás... La ética no sólo requiere dejar de ser subjetiva y objetivarse, más aún, ha de internacionalizarse literalmente...<sup>1</sup>*

En 1983 fue publicado un código de ética para los administradores de proyectos por el *Project Management Profesional (Profesionales de la administración de proyectos)*, denominado: *Project Management Profesional Code of Ethics (Código de ética del profesional en administración de proyectos)*

Las personas que cuentan con un PMP<sup>2</sup> deben cumplir con este código.

#### **4.1.4 Código de ética del Project Management Institute**

---

*Artículo I. Los administradores de proyectos deben mantener normas elevadas de conducta personal – profesional y:*

- A. Aceptar la responsabilidad de sus acciones.
- B. Efectuar los proyectos y aceptar la responsabilidad sólo si están calificados por su capacitación o su experiencia, o después de mostrar por completo a sus patrones o clientes sus aptitudes pertinentes.
- C. Mantener actualizadas sus aptitudes profesionales y reconocer la importancia de un desarrollo personal y una educación continuos.

---

<sup>1</sup> Extracto de *La ética, tan polémica como necesaria*, escrito por Carlos Llano Cifuentes. Impreso en la publicación *Ética: Reto del profesionalista del tercer milenio*. Edición especial para el área sociohumanística de la división de ingenierías. ENEP Aragón, 2002

<sup>2</sup> PMP es la base del programa de certificación del PMI; es considerado la credencial del administrador de proyectos para trabajar en empresas

- D. Aumentar la integridad y el prestigio de la profesión ejerciéndola de manera digna.
- E. Apoyar este código y recomendarle a los colegas y colaboradores que lo acaten.
- F. Apoyar la sociedad profesional con su participación activa y recomendarles a los colegas y colaboradores que participen.
- G. Acatar las leyes del país en el que se efectúe el trabajo.

*Artículo II. En su trabajo, los administradores de proyectos deben:*

- A. Ejercer el liderazgo necesario para el proyecto, con el fin de promover una productividad máxima y al mismo tiempo esforzarse por reducir costos.
- B. Aplicar los recursos y las técnicas más novedosas de la administración de proyectos para asegurar que la calidad, al igual que los objetivos de costo y tiempo, se cumplen tal como los establece el plan del proyecto.
- C. Tratar con equidad a todos los integrantes del proyecto, a los colegas y a los colaboradores, sin distinción de raza, religión sexo, edad u origen.
- D. Proteger a los integrantes del equipo de cualquier daño físico y mental.
- E. Proporcionar condiciones y oportunidades de trabajo convenientes a los integrantes del equipo.
- F. Buscar, aceptar y ofrecer críticas honestas del trabajo y reconocer en forma adecuada las contribuciones de los demás.
- G. Ayudar a los integrantes del equipo, los colegas y colaboradores en su desarrollo profesional.

*Artículo III. En sus relaciones con los patrones y los clientes, los administradores de proyectos deben:*

- A. Actuar como agentes o depositarios legítimos de sus patrones y clientes en cuestiones profesionales o empresariales
- B. Mantener la información sobre los asuntos empresariales o los procesos técnicos de un patrón o cliente mientras la utiliza y después liberarla de manera adecuada.
- C. Informar a sus patrones, clientes, sociedades profesionales o agencias públicas de las que forman parte, o las que pueden representar, de cualquier circunstancia capaz de crear un conflicto de intereses
- D. No aceptar ningún regalo, pago o servicio, directo o indirecto, mayor que el valor nominal o el establecido por las relaciones empresariales con sus patrones o clientes.
- E. Ser honesto y realista al informar acerca de la calidad, el costo y el tiempo de un proyecto.

*Artículo IV. Al cumplir su responsabilidad con la comunidad, los administradores de proyectos deben:*

- A. Proteger la seguridad, la salud, el bienestar del público y protestar por los abusos en estas áreas que afecten el interés público.

- B. Buscar que se amplíe el conocimiento y la apreciación del público acerca de la administración de proyectos y sus logros.
- 

#### **4.1.5 Project Management Institute (PMI)**

Fundado en Estados Unidos en 1969, con el objetivo de promover la administración de proyectos. Se define como *el líder mundial en asociaciones de profesionales en administración de proyectos sin fines de lucro, que cuenta con 100,000 miembros en el ámbito mundial en 126 países. Lo integran estudiantes, practicantes y especialistas en áreas aeroespaciales, automovilísticas, administración de negocios, construcción, ingeniería, servicios financieros, información de tecnología, farmacéuticos y telecomunicaciones.*

El PMI® amplía sus intereses hacia todas las personas que se preocupan por conocer más sobre la administración de proyectos y aprovechar los servicios que se ofrecen. Sus secciones atienden los intereses de los asociados en áreas locales y en toda la organización. Está dividido en cinco áreas que son la base de su estructura futura en cuanto a servicios:

Certificación. PMI ofrece programas de capacitación conocidos como *Project Management Profesional (PMP -Profesionales en administración de proyectos-)*. Está diseñado para determinar los conocimientos acerca de las funciones de administración de proyectos y experiencia, así como establecer expectativas éticas por medio de un código de ética.

Educación. Programa que ofrece capacitación profesional en administración de proyectos a asociados y no asociados por todo el mundo. Mejora y aumenta las aptitudes de cada persona interesada en la administración de proyectos.

Publicaciones. Encargado de generar y distribuir la información que constituye los conocimientos en administración de proyectos, como periódicos y revistas de publicación trimestral.

Investigación. Realización de investigaciones acerca de prácticas actuales en administración de proyectos, las necesidades futuras de la metodología y las técnicas propias de la disciplina. Cuenta con la cooperación de otras asociaciones en administración de proyectos a nivel mundial.

Normas. Desarrollo y distribución de método y procedimientos uniformes para la administración de proyectos. PMI reconoce como norma universal la guía *PMBOK® (A guide to the Project Management Body of Knowledge)*, adoptada en varios países.

#### 4.1.6 Guía PMBOK®

Distribuye conocimientos a cualquier profesional que busca una metodología efectiva para administrar proyectos. Define los procesos que intervienen en el desarrollo del proyecto (inicio, planeación, ejecución, control y cierre). De éstas surgen nueve áreas del conocimiento. La diferencia entre los procesos y las nueve áreas reside en que las primeras definen qué se va a hacer, mientras que las nueve áreas nos dicen cómo se van a realizar las actividades. Más adelante describiremos ambas.

---

#### Estructura de las áreas del conocimiento establecidas por el PMBOK®

---

##### Integración

- Desarrollo del plan de trabajo
- Ejecución del plan de trabajo
- Control total de los cambios

##### Alcance

- Inicio
- Planeación del alcance
  - Su definición
  - Su verificación
- Control de cambios en el alcance

##### Tiempo

- Definición de actividad
- Actividad secuencial
- Estimación de la duración de las actividades
- Desarrollo del plan de trabajo
- Control del plan de trabajo

##### Costo

- Planeación de recursos
- Estimación de costos
- Presupuesto
- Control de costos

##### Calidad

- Planeación de la calidad
- Su evaluación
- Control de la calidad

##### Recursos humanos

- Planeación de la organización
- Adquisición del equipo

Desarrollo del equipo

Comunicación

Planeación de la comunicación  
Distribución de la información  
Presentación de los reportes  
Cierre administrativo

Riesgo

Identificación del riesgo  
Cuantificación del riesgo  
Desarrollo a la respuesta del riesgo  
Control del riesgo

Adquisición

Planeación de la adquisición  
Solicitud de la adquisición  
Selección de fuentes  
Administración del contrato  
Cierre del contrato

#### **4.1.7 Estructuras de la organización**

Organización. Proceso para determinar qué hacer, si debe lograrse una finalidad y dividir las actividades necesarias en segmentos lo suficientemente pequeños para que puedan ser desempeñados por otra persona (ejemplo: suministrar los medios para la coordinación de modo que no se desperdicien esfuerzos y los miembros de la organización no interfieran unos con otros). Una función se podrá definir como una sola actividad que se colocan juntas bajo un mismo jefe.

Agrupar las actividades relacionadas facilita la supervisión, reduciendo la cantidad de conocimientos que el jefe de un departamento debe dominar a fin de supervisar eficazmente.

Organización funcional. Aquella en la que la división por funciones existe a todos los niveles de una organización o empresa.

Organigrama. Instrumento donde se representa toda estructura organizacional de una empresa, designando la acción a cada elemento.

Objetivos que persigue:

- Mostrar los principales puestos (quién realiza qué)
- Principales canales de comunicación (quién reporta a quién)

- Proporcionar cualquier instrumento especial de coordinación como los comités formales.
- Observar los niveles jerárquicos
- Ver las principales unidades de organización.

Tipos de organizaciones:

- Dedicadas a efectuar proyectos para otras empresas.
- Basadas en su sistema administrativo de / en proyectos
- Orientados a un sistema administrativo basado en proyectos

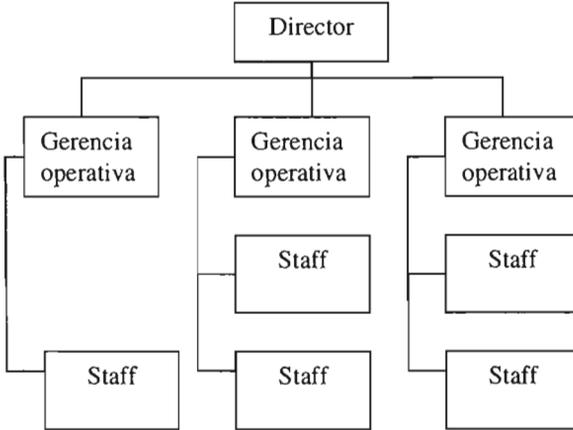
Cultura organizacional. Tener normas propias, expectativas, éticas en sus principios y metodologías en la manera de ver la autoridad y en otros factores. *La cultura influye en el proyecto.*

Estructura organizacional. La estructura de la organización ejecutora normalmente limita la disponibilidad o las condiciones bajo las cuales dispone el proyecto de recursos.

Estructura matricial:

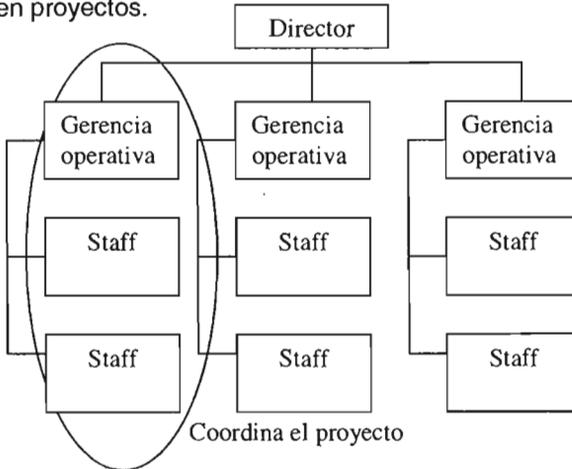
Características del proyecto	Funcional	Matriz débil	Matriz balanceada	Matriz fuerte	Proyectizada
Autoridad del administrador de proyectos	Pequeña o nula	Limitada	Baja o moderada	Moderada o alta	Alta o total
Porcentaje del personal asignado en tiempo completo al proyecto	Virtualmente nulo	0 - 25%	15 - 60%	50 - 95%	85 - 100%
Papel del administrador de proyectos	medio tiempo	medio tiempo	tiempo completo	tiempo completo	tiempo completo
Nombramientos comunes para el administrador de proyectos	coordinador del proyecto / líder de proyecto	coordinador del proyecto / líder de proyecto	Administrador de proyectos	Administrador de proyectos y programa	Administrador de proyectos y programa
Equipo del proyecto	medio tiempo	medio tiempo	medio tiempo	medio tiempo	tiempo completo

Organización clásica. Cada empleado tiene un superior específico.



La gerencia operativa coordina el proyecto

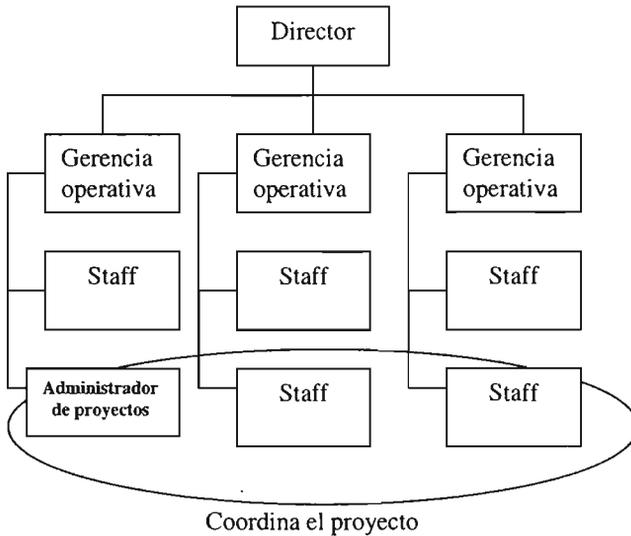
Organización matricial. Combinación de la organización funcional y las basadas en proyectos.



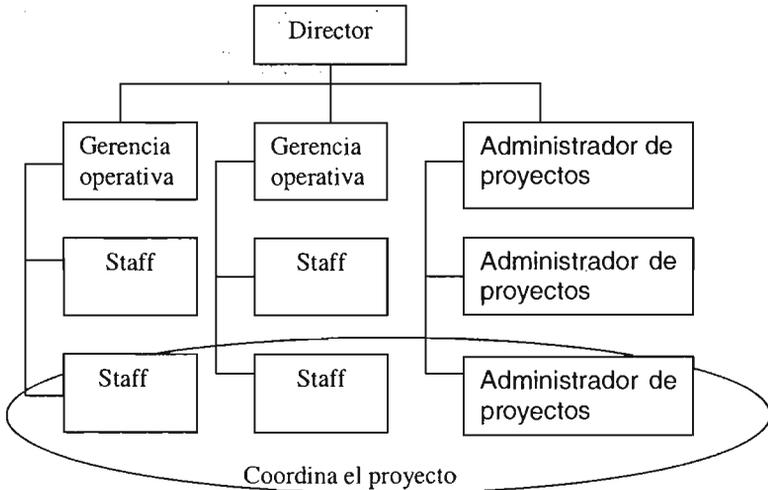
Coordina el proyecto

Organización basada en proyectos

### Organización x matriz débil.



### Matriz fuerte.



### Ventajas de la organización clásica:

- Fácil control del presupuesto y costo
- Mayor control técnico
- Proporciona flexibilidad en la mano de obra y continuidad en disciplinas funcionales, políticas, procedimientos y

lineamientos de responsabilidad que son definidos y comprendidos con facilidad

- Control sobre el personal (cada empleado se reporta con una sola persona)
- Canales de comunicación bien establecidos

#### Desventajas de la organización clásica:

- Inadecuada delegación de la autoridad y responsabilidad para apoyar las actividades del proyecto. Nadie es responsable de todo el proyecto
- Tienden a ser lentas, inflexibles y a no aportar un enfoque organizado
- La coordinación se vuelve compleja, es necesario tiempo adicional para aprobar decisiones

#### Ventajas de utilizar la matriz:

- o El administrador de proyectos tiene control máximo sobre el proyecto y todos los recursos incluyendo costo y personal
- o Las políticas y procedimientos se establecen independientemente para cada proyecto. No deberán contradecirse con las políticas y procedimientos de la compañía
- o Están definidas las funciones individuales y colectivas sobre autoridad y responsabilidad
- o Respuestas rápidas a cambios, solución de conflictos y menesteres del proyecto
- o Mayor y mejor balance entre tiempo, costo y ejecución
- o La autoridad y responsabilidad se comparten

#### Desventajas:

- No comprende las funciones individuales y colectivas de sus participantes
- Flujos de trabajo e información multidimensional
- Pueden repetirse los reportes; es decir, dos personas están haciendo el mismo informe sin saberlo
- Deficiencias en cuanto a monitoreo y control
- Carece de confianza, integridad lealtad y compromiso de los integrantes
- No desarrolla el equipo de trabajo del proyecto

## **4.2 Teoría de administración de proyectos**

### **4.2.1 Procesos de un proyecto**

Para administrar proyectos de Ingeniería, es necesario establecer un balance entre los objetivos y alternativas para lograr las necesidades y expectativas de los *stakeholders* interesados.

Los *stakeholders* son individuos y organizaciones que están interesados en el proyecto, o cuyos intereses pueden afectar positiva o negativamente el resultado de la ejecución o culminación exitosa del proyecto. El equipo encargado de administrar el proyecto debe identificar a los *stakeholders* interesados y determinar sus necesidades y expectativas para poder asegurar el éxito del proyecto.

Los proyectos de Ingeniería y Construcción están divididos en cinco fases:

- Inicio. Se reconoce el proyecto y son generados compromisos para lograr el Proyecto; en esta etapa deben establecerse las bases del proyecto.
- Planeación. Desarrollo de esquemas de trabajo para guiar la ejecución del proyecto.
- Ejecución. Coordina los recursos tanto materiales como humanos para efectuar el trabajo descrito en el plan.
- Control. Continuidad y medición del avance del proyecto a través de monitorear y en caso de ser necesario hacer ajustes para asegurar el cometido del proyecto.
- Cierre. Formaliza la aceptación del proyecto o fase mediante la aceptación del producto y es documentado el cierre.

Los procesos de administración del proyecto son actividades que se traslapan en varios niveles a través de cada fase. En la figura 4.2 se muestra gráficamente cómo todos los procesos de integración están vinculados y hasta qué punto.

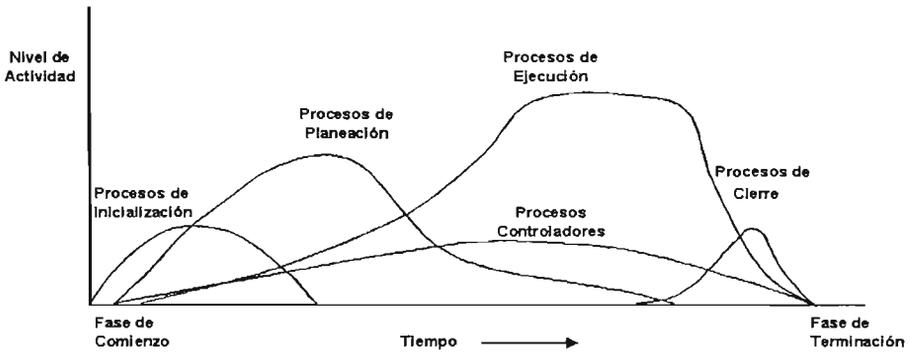


Figura 4.2. Traslape de procesos

#### 4.2.1.1 Inicio

La figura 4.3 muestra la relación entre los procesos de inicialización para esta fase.

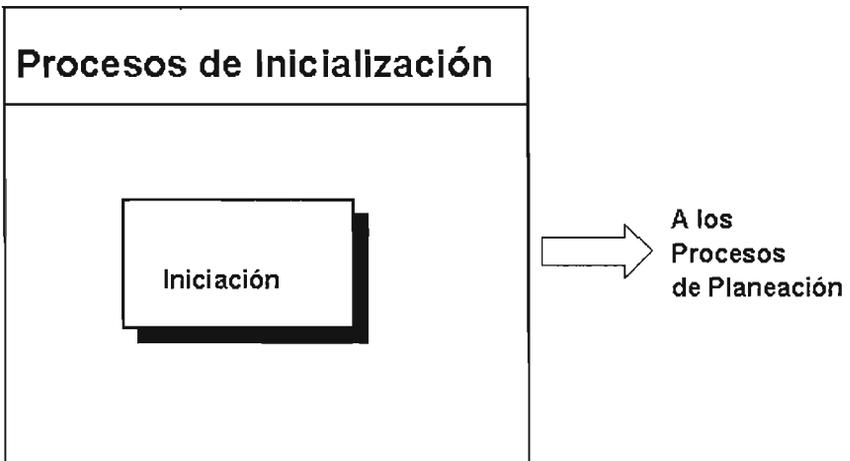


Figura 4.3. Relación entre los procesos de iniciación

#### **4.2.1.2 Planeación (alcance, costo, tiempo y riesgo)**

##### Procesos núcleo o de planeación

Algunos procesos de planeación necesitan de otros que requieren ser realizados; las actividades son definidas antes de efectuar cualquier presupuesto. Estos procesos se realizan varias veces en cualquier fase del proyecto.

El esquema de distribución se observa en la figura 4.4.

##### Planeación del alcance

En esta fase se desarrolla un alcance escrito como base para tomar decisiones futuras.

##### Definición del alcance

Se subdividen los programas del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar.

##### Secuencia de actividades

Son identificadas y documentadas las dependencias entre actividades.

##### Estimación de duración de actividades

Se estima la duración del trabajo que se requiere para terminar las actividades individuales.

##### Desarrollo del cronograma

Analiza la secuencia de actividades, su duración y requerimientos de recursos para desarrollar el cronograma del proyecto.

##### Planeación de recursos

Se determinan los recursos (como personas, equipos y materiales) y las cantidades a utilizar para llevar a cabo las actividades del proyecto.

##### Estimación de costos

Es la estimación de costos de recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

##### Presupuesto de costos

Distribuir la estimación global de costos en actividades individuales de trabajo.

##### Desarrollo del plan de proyecto.

Recavar los resultados de otros procesos de planeación y colocarlos en un documento coherente.

#### **PROCESOS FACILITADORES**

Es la interacción de los otros procesos de planeación (CALIDAD, RECURSOS HUMANOS, ADQUISICIÓN, RIESGO Y COMUNICACIÓN). Por ejemplo, en algunos proyectos puede haber poco riesgo, pero éste incrementa

conforme avanza la planeación y se da a conocer el costo y las fechas programadas que varían bruscamente, con lo cual incrementa el riesgo.

Las áreas que intervienen en el proceso de planeación se muestran en la figura 4.4.

#### Planeación de la calidad

Son identificados los estándares de calidad relevantes y determina cómo se satisface.

#### Planeación organizacional

Identifica, documenta y asigna roles y responsabilidades.

#### Adquisición del equipo

Se consigue personal y asigna el trabajo.

#### Planeación de las comunicaciones

Determina la información y comunicaciones. Quién necesita, qué información, cuándo se necesita y cómo se les va a dar.

#### Identificación de riesgo

Determina los riesgos que pueden afectar al proyecto.

#### Cuantificación del riesgo

Evalúa el riesgo y sus interacciones para cuantificar el rango de posibles resultados.

#### Solución al riesgo

Determina los pasos para resolver los problemas o responder las amenazas.

#### Planeación de la adquisición

Determina qué adquirir y cuándo.

#### Planeación de la solicitud (licitación)

Documenta los requisitos del producto e identifica los proveedores.

## Procesos de Planeación

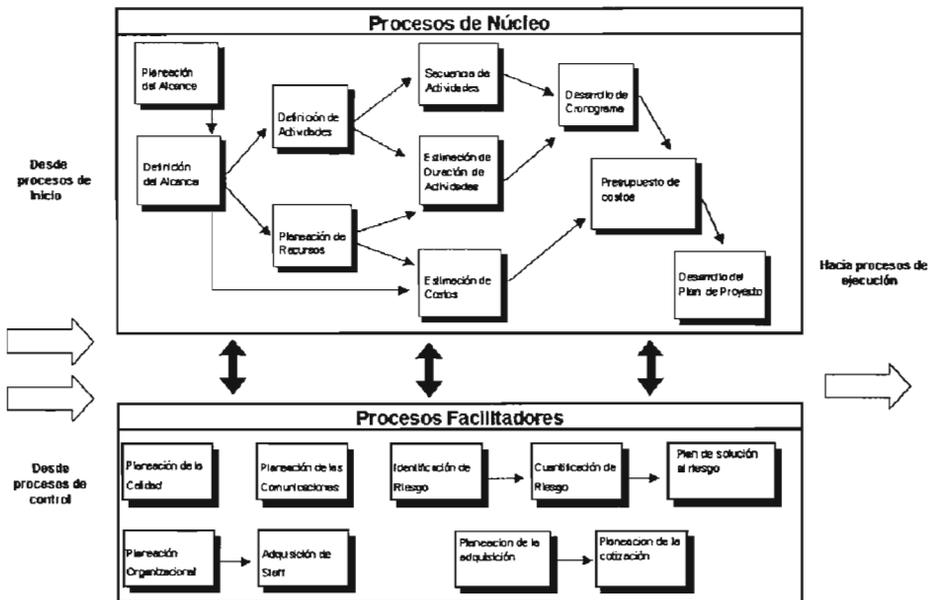


Figura 4.4. Proceso de planeación

### 4.2.1.3 Ejecución

#### Ejecución del plan

Llevar a cabo el plan de proyecto al realizar las actividades.

#### Verificación del alcance

Formalizar la aceptación del alcance.

#### Aseguramiento de la calidad

Evaluar la ejecución sobre una base para dar confianza que se satisfacen los estándares de calidad relevantes.

#### Desarrollo del equipo

Desarrollar habilidades individuales o en equipo para mejorar la ejecución del proyecto.

#### Distribución de información

Distribuir la información a los interesados de manera oportuna.

#### Licitaciones y cotizaciones

Obtener cotizaciones, ofertas, selección de proveedores y selección de proveedores potenciales.

### Administración del contrato

Administrar la relación con el proveedor.

Esta figura muestra las áreas involucradas en el proceso de ejecución:

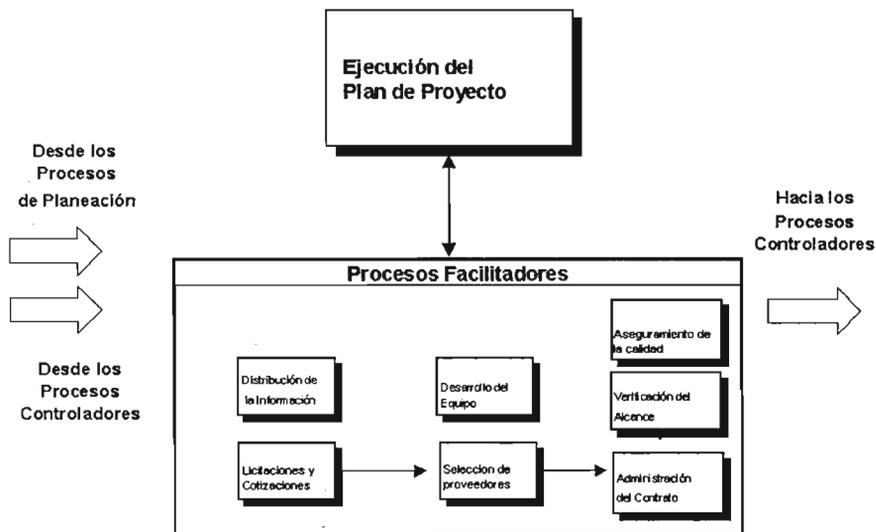


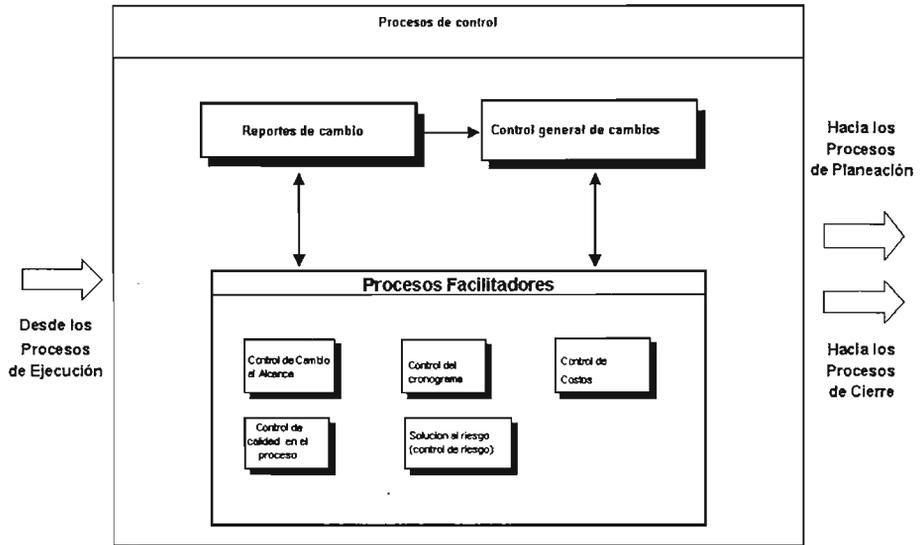
Figura 4.5. Procesos de ejecución

#### 4.2.1.4 Control

Los procesos de ejecución se deben medir con regularidad para identificar variaciones en el plan. Estas variaciones proporcionan los procesos de control en las áreas del conocimiento. Controlar incluye tomar una acción preventiva, anticipando la solución de problemas que aquí se muestran:

- Control general de cambios. Es coordinar a través de todo el proyecto.
- Control de cambio del alcance. Controlar cambios en el alcance.
- Control del cronograma. Controlar cambios realizados en la programación.
- Control de costos. Controlar cambios en el presupuesto del proyecto.
- Control de calidad. Monitorear resultados específicos, para verificar el cumplimiento de estándares de calidad e identificar modos de eliminar problemas.
- Información de desempeño. Conjuntar información de la ejecución.
- Solución al riesgo (control de riesgo). Responder a cambios de riesgo en el proyecto.

La figura 4.6 ilustra los procesos que intervienen en el control.



*Figura 4.6. Proceso de control*

#### **4.2.1.5 Cierre**

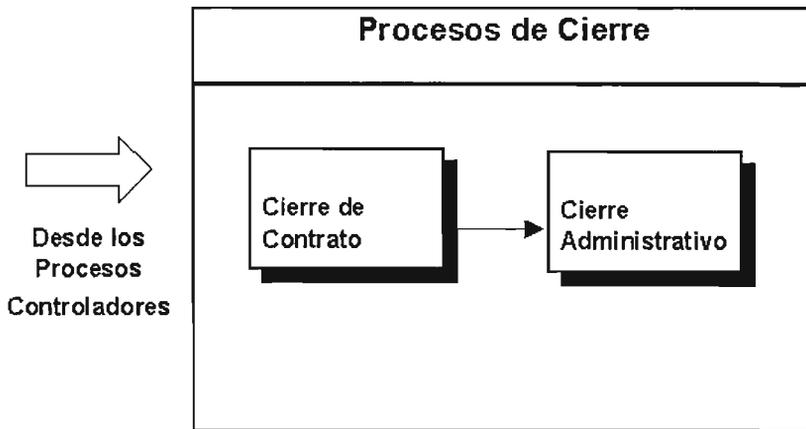
##### Cierre del contrato

Generar, recoger y distribuir información para formalizar el cierre de una fase o terminación del proyecto.

##### Cierre de actividades

Completar y negociar un contrato incluyendo la solución de cualquier problema o proceso que no se alcance a cerrar.

Los procesos y herramientas se integran; por ejemplo, la administración de la integración establece una estimación de costos, requiere un plan de contingencia. También incluye los procesos necesarios para asegurar que los elementos del proyecto están coordinados.



*Figura 4.7. Procesos de cierre*

### **4.3 Administración de la integración**

#### Desarrollo del plan de proyecto

Reunión de los resultados de otros procesos de planeación y documentan de manera consistente y coherente.

El desarrollo del plan de proyecto usa las salidas de otros procesos de planeación, para crear un solo documento que se utiliza para guiar la ejecución del proyecto y control de éste. Estos procesos se usan con frecuencia. En un plan inicial se incluyen demasiados recursos y duraciones sin fecha, en tanto que en un plan final se reflejan recursos y fechas específicas.

#### Ejecución del plan de proyecto

Es el proceso inicial para llevar a cabo el plan de proyecto. La mayor parte del presupuesto se utiliza durante la ejecución de este proceso, en el cual el administrador de proyecto y el equipo coordinan y realizan varias tareas (interfases técnicas y organizacionales) del proyecto, debido a que el producto se crea directamente en este proceso.

#### Control general de cambios

- Influir los factores que crean cambios para asegurar que éstos sean benéficos.
- Determinar cuándo ocurre un cambio.
- Administrar los cambios reales cuando y cómo ocurren.

El control de cambios requiere:

- Mantener la integridad de las líneas base para la medición del alcance. Todos los cambios aprobados se deben ver en el plan de proyecto.
- Aseguramiento de los cambios del alcance. Es el trabajo que se deberá hacer para la entrega de un producto con especificaciones y funciones.
- Coordinar los cambios a través de las áreas del conocimiento. Por ejemplo, un cambio en el cronograma muchas veces afectará el costo, riesgo, calidad y personal.

A continuación se muestra un esquema de la administración de la integración

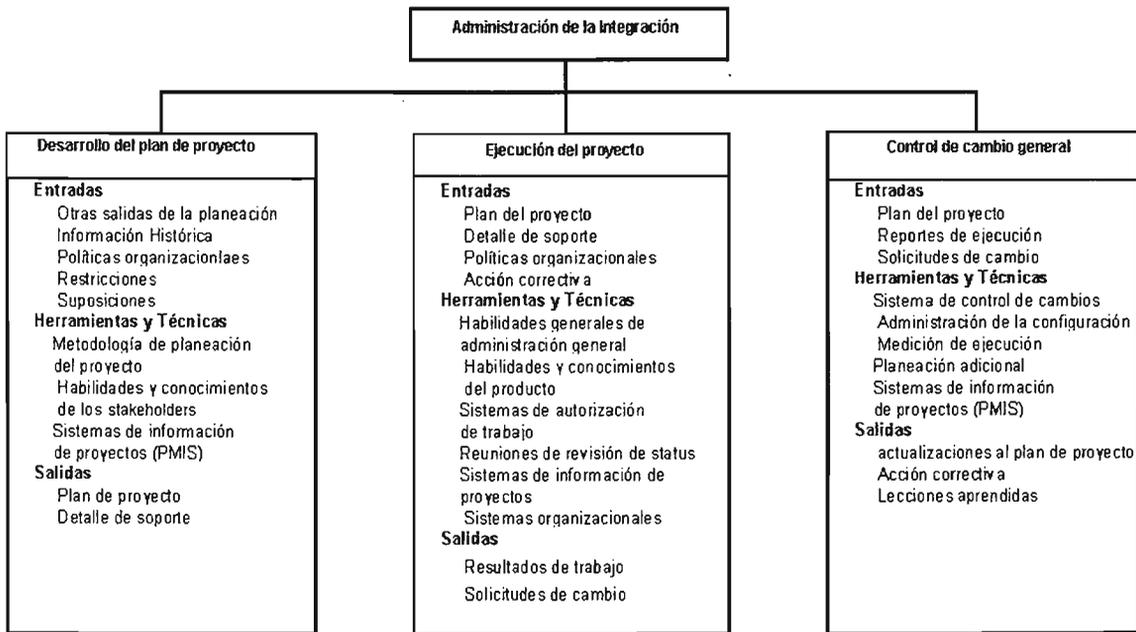


Figura 4.8 Administración de la Integración

### **4.3.1 Desarrollo del plan de proyecto**

#### **ENTRADAS DEL DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO**

##### Otras salidas de planeación

Son todas las salidas de procesos de planeación en otras áreas del conocimiento, dan un resumen de estos procesos de planeación de proyectos y son entradas para desarrollar el plan de proyecto.

##### Información histórica

Ejecuciones de proyectos realizados anteriormente que deben ser consultadas durante otros procesos de planeación. Esta información debe estar disponible para que se pueda verificar en caso necesario.

##### Políticas organizacionales

Algunas empresas tienen sus propias políticas organizacionales que típicamente deben ser consideradas, incluyen, pero no se limitan a:

- Administración de la calidad -procesos de auditoría y metas de mejoramiento continuo-
- Administración de personal -guías para contratación y despidos, así como métodos para la evaluación de personal.

##### Restricciones

Factores que limitan las operaciones del equipo. Por ejemplo: un presupuesto predefinido es una restricción que limitará las operaciones del equipo en lo concerniente al alcance, asignación de personal y programas.

##### Supuestos

Son suposiciones que se realizan durante la planeación y generalmente involucran riesgo.

#### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO**

##### Metodología para la planeación de proyecto

Estas hacen uso de una combinación de herramientas, como software o comités facilitadores e iniciadores.

### Habilidades y conocimiento de los *stakeholders*

Son habilidades del equipo administrador.

### Sistema de información del proyecto (PMIS)

Consiste en herramientas y técnicas empleadas para recoger, integrar y distribuir las salidas de los otros procesos de la administración. Se utiliza para dar soporte a todos los aspectos del proyecto, desde el inicio hasta el fin.

## **SALIDAS DEL DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO**

### Plan de proyecto

Es un documento formal aprobado y usado para administrar y controlar la ejecución del proyecto (una forma de organizar es la División de la Estructura de Trabajo (DTE), desde el nivel en que el control será ejecutado, estimación de costos, fechas programadas de inicio y asignación de responsabilidades hasta el nivel de ejecución de la DTE.

### Detalle del soporte

El detalle del plan de proyecto incluye:

- Salidas de otros procesos de planeación que no se incluyeron en el plan.
- Información adicional o documentación generada durante el plan de proyecto (restricciones y suposiciones que se desconocían).

### **4.3.2 Ejecución del plan de proyecto**

Proceso para efectuar un proyecto, la gran parte del presupuesto se utiliza para ejecutar este proceso.

## **ENTRADAS DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE PROYECTO**

### Plan del proyecto

Se incluyen plan de administración del alcance, plan de manejo del riesgo, plan de gestión de compras, etc. Y las líneas base para la medición del avance son entradas para la ejecución del plan de proyecto.

### Detalle de soporte

Detalle incluido en el plan de proyecto.

## Políticas organizacionales

Todas las organizaciones pueden tener políticas formales o informales que pueden afectar el plan de ejecución.

## Acción correctiva

Es una salida de varios procesos de control que traerá una ejecución futura del proyecto en línea con el plan.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE PROYECTO**

### Habilidades de la administración general

Son aquellas habilidades como el liderazgo, comunicación y negociación para la ejecución del plan.

### Habilidades y conocimiento del producto

El equipo debe tener acceso a habilidades y conocimientos del producto y que sean los adecuados.

### Sistema de autorización del trabajo

Es un procedimiento formal para corregir el trabajo, para asegurar que un trabajo se efectúa en el momento apropiado y en la secuencia correcta.

### Reuniones para elaboración del status

Reuniones programadas regularmente, las cuales se realizan para intercambiar información del proyecto.

### Sistema de información de proyectos (PMIS)

Consiste en herramientas y técnicas empleadas para recabar, integrar y distribuir las salidas de los otros procesos de la administración. Se utiliza para dar soporte a todos los aspectos del proyecto, desde el inicio hasta el fin.

### Procedimientos operacionales

Algunas organizaciones pueden tener procedimientos formales o informales de utilidad durante la ejecución.

## **SALIDAS DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE PROYECTO**

### Resultados del trabajo

Son resultados de actividades realizadas para llevar a cabo el proyecto, que metas se han culminado, cuáles no y hasta qué punto se cumplen las normas de calidad. Se recaba la información del proceso de avance para una discusión detallada de los reportes de avance.

### Ordenes de cambio

Utilizadas para extender el alcance, para modificar los costos o estimación en el contrato.

### **4.3.3 Control de cambio general**

## **ENTRADAS DEL CONTROL DE CAMBIO GENERAL**

### Plan de proyecto<sup>3</sup>

### Reportes de ejecución o desempeño

Los reportes de desempeño proporcionan información sobre la ejecución de proyecto, también pueden alentar al equipo en temas que pueden causar problemas en el futuro.

### Propuestas de cambio

Estas pueden ocurrir de varias maneras, orales o escritas, directas o indirectas, iniciadas interna o externamente, requeridas legalmente u opcionales.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL CONTROL DE CAMBIO GENERAL**

### Sistema de control de cambios

Es una colección de procedimientos formales, documentados, que definen los pasos por los cuales documentos oficiales de proyectos pueden ser modificados.

La mayoría de los sistemas de control de cambios incluyen un comité de control de cambios (CCC) responsable por aprobar o rechazar propuestas de cambio.

La autoridad y responsabilidad de un CCC deberán ser bien definidas y acordadas por el equipo responsable.

---

<sup>3</sup> Véase Salidas del desarrollo del plan de proyecto explicado en la sección 4.3.1

## Administración de la configuración

Es el procedimiento documentado que se emplea para vigilar y dirigir la administración técnica, utilizado para:

- Identificar y documentar las características físicas y funcionales de un ítem o sistema.
- Controlar cualquier cambio a tales características.
- Grabar y reportar el cambio y su status de implementación.
- Auditar los ítems y sistemas para verificar su adhesión a los requerimientos.

## Medición de ejecución

Técnicas de medición de ejecución que ayudan a averiguar si la variación del plan original requiere acción correctiva.

## Planeación adicional

Los proyectos raras veces se ejecutan exactamente de acuerdo con el plan.

Los cambios posibles tal vez requieran de nuevas estimaciones de costos o revisión, modificar la secuencia de actividades, analizar respuesta de riesgos u otros ajustes en el plan del proyecto.

## Sistema de información del proyecto (PMIS)<sup>4</sup>

### **SALIDAS DEL CONTROL DE CAMBIO GENERAL**

#### Actualizaciones al plan de proyecto

Las actualizaciones al plan de proyectos son modificaciones en su contenido. Los *stakeholders* lo notificarán en la medida que sea necesario.

#### Acción correctiva

Es una salida de varios procesos de control que traerá una ejecución futura del proyecto en línea con el plan.

#### Lecciones aprendidas

Son reflexiones que resultan de acciones correctivas. Éstas deberán ser documentadas para que se vuelvan parte de la base de datos histórica, tanto para este proyecto como para otros de la organización ejecutora.

---

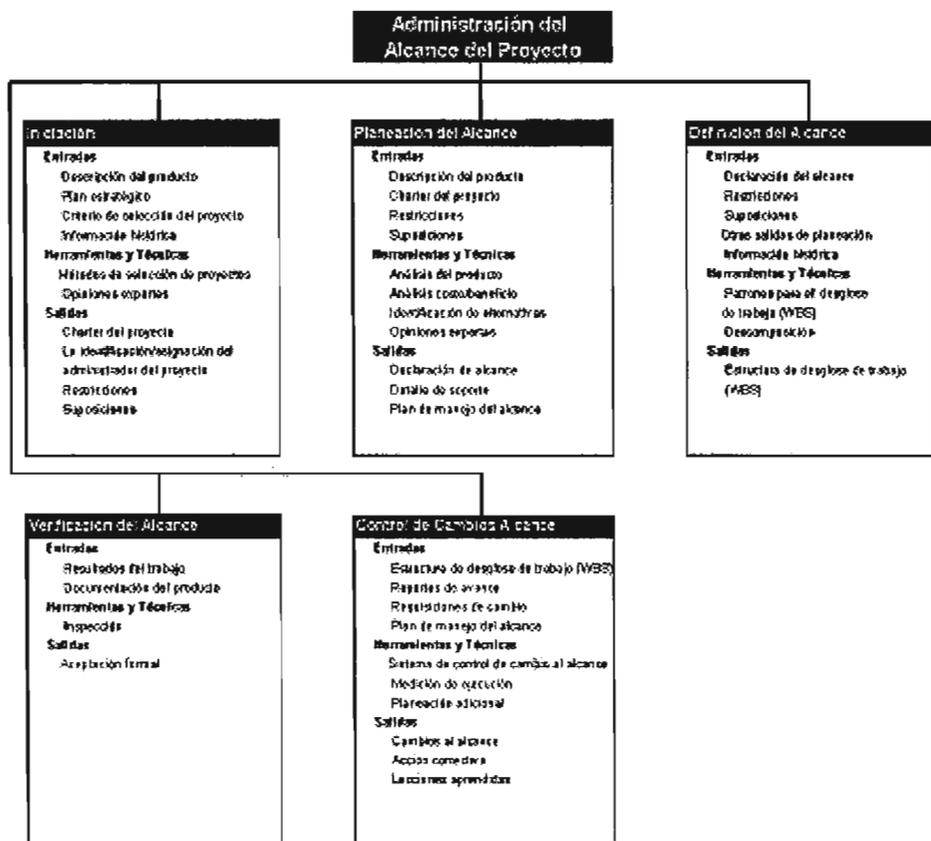
<sup>4</sup> Véase Salidas del desarrollo del plan de proyecto explicado en la sección 4.3.1

#### **4.4 Administración del alcance del proyecto**

La administración del alcance abarca todos los procesos necesarios para asegurar que el proyecto contiene todo el trabajo necesario para terminar el proyecto en forma exitosa. Define y controla cuáles elementos deben o no incluirse.

Procesos de la administración del alcance.

1. Inicio. Donde se compromete a la organización para comenzar la siguiente fase.
2. Planeación del alcance. Desarrollar un documento escrito del alcance que sirva como base para tomar decisiones a futuro.
3. Definición del alcance. Subdividir los principales productos de entrega en componentes más pequeños y manejables.
4. Verificación del alcance. Formalizar la aceptación del alcance.
5. Control de cambio del alcance. Controlar los cambios en el alcance.



**Figura 4.9 Procesos de la Administración del Alcance**

Estos procesos interactúan entre ellos; se discuten con detalle en el área de administración de la integración.

El alcance del proyecto se refiere a dos términos similares.

- Alcance del producto. Los rangos distintos y funciones que se deberán incluir en el producto o servicio.
- Alcance del proyecto. Trabajo que se debe realizar para la entrega de un producto con especificaciones y funciones.

Los proyectos se autorizan la mayoría de las veces como resultado de una o más de las siguientes necesidades:

- Una demanda del mercado
- Alguna necesidad del negocio
- Demanda del cliente

- Un avance tecnológico
- Un requerimiento legal

#### **4.4.1 Inicio**

### **ENTRADAS PARA LA FASE DE INICIO**

Descripción del producto. Son documentos de descripción del producto, describen las características de éste, o servicio y propósito para el cual fue creado.

Plan estratégico. El plan estratégico de la organización deberá considerarse como un factor en la toma de decisiones.

Criterios de selección de proyectos. La selección de éstos es de acuerdo a términos del producto y puede abarcar necesidades administrativas (retornos financieros, participación del mercado, percepción del público, etc.)

Información histórica. La información histórica de decisiones previas de selección de proyectos y de sus reportes de ejecución se deben considerar en la medida que esta información esté disponible.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE INICIACIÓN**

Métodos de selección de proyectos. Existen dos métodos de selección: Método de medición del beneficio. Aproximaciones comparativas, modelos de puntaje, contribución del beneficio o modelos económicos.  
Métodos de optimización restringida. Modelos matemáticos usando algoritmos de programación lineales, no lineales, dinámicos, etc.

Opinión externa. Muchas veces se requiere opinión experta para agilizar las entradas de este proceso.

### **SALIDAS DE LA FASE DE INICIO**

Charter del proyecto. Es un documento que reconoce formalmente la existencia de un proyecto, proporciona al administrador del proyecto y la autoridad para aplicar recursos organizacionales a las actividades.

La identificación/asignación del administrador de proyecto  
El administrador del proyecto siempre deberá ser asignado con anterioridad al comienzo del plan de ejecución y preferiblemente mucho antes que la planeación se haya realizado.

Restricciones. Limitan las acciones del equipo administrativo. Por ejemplo, un presupuesto predefinido en una restricción limitará las opciones que tiene el equipo administrador con respecto al alcance, personal y programación.

Suposiciones. Son factores que en planeación se consideran ciertas, reales o seguras.

#### **4.4.2 Planeación del alcance**

Proceso en el que se desarrolla un documento escrito del alcance que sirva para tomar decisiones en el futuro, tanto de proyectos como de subproyectos.

El documento de alcance es una base de acuerdo entre el equipo y el cliente al identificar tanto los objetivos del proyecto como sus principales productos de entrega.

### **ENTRADAS DE PLANEACIÓN DEL ALCANCE**

Descripción del producto. Son documentos de descripción del producto, describen las características del producto o servicio y propósito para el cual fue creado.

Charter del proyecto. Es un documento que reconoce formalmente la existencia de un proyecto, proporciona al administrador del proyecto la autoridad para aplicar recursos organizacionales a las actividades.

Restricciones y suposiciones. Similar a las limitaciones y supuestos de las salidas de la fase de inicio.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DEL ALCANCE**

Análisis del producto. Comprender mejor el producto del proyecto. Esto requiere de técnicas como sistemas de ingeniería, ingeniería de valor, análisis de valor, análisis de función y desarrollo de funciones de calidad.

Análisis costo/beneficio. Técnica utilizada para estimar costos y beneficios tangibles e intangibles, después usar medidas financieras como el retorno de la inversión o punto de equilibrio para determinar la adaptabilidad de las diferentes alternativas identificadas.

Identificación de alternativas. Es la búsqueda de técnicas de aproximación al proyecto entre una variedad de alternativas de administración que se usan, la más común es la multitud de ideas.

Opinión externa. Muchas veces se requiere opinión experta para agilizar las entradas de este proceso.

### **SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DEL ALCANCE**

Declaración del alcance. Proporciona una base documentada para tomar de decisiones en un futuro y para confirmar o desarrollar la comprensión en común del alcance del proyecto entre los *stakeholders*. A medida que el proyecto avanza,

esta declaración puede ser revisada o refinada para reflejar los cambios al alcance del proyecto. Esta declaración del alcance debe incluir, ya sea directamente o por referencia de otros documentos, lo siguiente:

- Justificación del proyecto. Es la necesidad del negocio para la cual fue desarrollado. La justificación de proyectos provee la base para evaluar cambios futuros.
- Producto del proyecto. Es un pequeño resumen de la descripción del producto.
- Entregas del proyecto. Es una lista que resume a nivel de los subproductos de cuya entrega total y satisfactoria marca la terminación del proyecto.
- Objetivos del proyecto. El criterio cuantificable se debe cumplir para que el proyecto sea considerado exitoso. Los objetivos del proyecto deben incluir al menos costo, cronograma y medidas de calidad.

Detalle de soporte del alcance. Debe ser documentado y organizado en la medida que facilite su uso por otros procesos de administración del proyecto.

Este siempre deberá incluir documentación de todas las suposiciones y limitantes identificadas.

Plan de manejo del alcance. Este documento describe cómo el alcance del proyecto será administrado y cómo los cambios al alcance serán integrados al proyecto. Deberá incluir una evaluación de la estabilidad esperada del alcance.

#### **4.4.3 Definición del alcance**

La definición del alcance involucra subdividir las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables para realizar:

- Mejorar la precisión de los estimados de costo, tiempo y recursos.
- Definir la línea de base para la medición de la ejecución y su control.
- Facilitar la asignación de responsabilidades de manera clara.

### **ENTRADAS A LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE**

Declaración del alcance. Proporciona una base documentada para tomar decisiones en un futuro y para confirmar o desarrollar la comprensión en común del alcance del proyecto entre los *stakeholders*. A medida que el proyecto avanza, esta declaración puede ser revisada o refinada para reflejar los cambios al alcance del proyecto. Esta declaración del alcance debe incluir, ya sea directamente o por referencia de otros documentos, lo siguiente:

- Justificación del proyecto. Es la necesidad del negocio para la cual fue desarrollado. La justificación de proyectos provee la base para evaluar cambios futuros.

- Producto del proyecto. Es un pequeño resumen de la descripción del producto.
- Entregas del proyecto. Es una lista que resume a nivel de los subproductos de cuya entrega total y satisfactoria marca la terminación del proyecto.
- Objetivos del proyecto. El criterio cuantificable se debe cumplir para que el proyecto sea considerado exitoso. Los objetivos del proyecto deben incluir al menos costo, cronograma y medidas de calidad.

#### 4.4.3.1 Definición de planeación estratégica

La planeación es un proceso de la administración de proyectos que indica las actividades a realizar. En este proceso se analizan los objetivos, metas y estrategias a seguir en el ciclo de vida y para satisfacer sus objetivos de costos, programa y rendimiento técnico.

Para que surja la planeación debe existir una planeación organizacional, que se ilustra a continuación.



Figura 4.10 Modelo de planeación funcional

David I. Cleland Project Management Strategic Design and Implementation

- Visión. Idea de lo que se prevé en un futuro para la empresa.
- Misión organizacional. Es la declaración de los negocios que practica la organización.
- Objetivo. Declaración de propósitos finales que se desea alcanzar. Se establecen objetivos para la calidad (el rendimiento técnico y satisfacción del cliente), el tiempo y los costos.
- Meta. Es un suceso que se conseguirá cuando se culmina un proyecto en el tiempo, dentro del presupuesto y alcanzando los objetivos de rendimiento técnico, que se convertirán en una meta para la empresa.

- Estrategia organizacional. Es el diseño de los medios para identificar y usar los recursos con la finalidad de alcanzar los propósitos finales.
- Estructura organizacional. Forma en que se disponen los recursos en los departamentos funcionales, con respecto a los niveles en la empresa.
- Funciones organizacionales. Son labores individuales y colectivas que se llevan a cabo por el personal de la empresa.
- Estilo. Es el estilo que adoptan el administrador y sus seguidores para expresar los conocimientos, aptitudes y actitudes en las conversaciones, escritos, etc.
- Sistemas. Incluyen hardware y software que apoyan en las actividades, como son: contabilidad, información, comercialización, producción, diseño, etc.
- Recursos. Son recursos organizacionales como personas y objetos que pertenecen a la organización para cumplir su misión, objetivos y metas.

#### **4.4.3.2 Fases del ciclo de vida**

Las fases del ciclo de vida proporcionan una metodología para la planeación en el proyecto. Otro beneficio de éste es el control. Pues al finalizar cada fase se proporciona un informe entre el administrador de proyecto, el responsable y el *senior* administrador. Éstos evalúan cada fase y la aprueban para avanzar a la siguiente fase. Éstas se muestran a continuación.

- Conceptualización. Abarca la idea y percibe dos factores críticos.
  1. Identifica y define el problema.
  2. Identifica y define soluciones eficaces.

En una reunión se proponen varias ideas, en éstas el trabajo se plantea de manera informal y es presentado en menos de una hora.
- Estudio de viabilidad. Considera los aspectos técnicos de las alternativas conceptuales y crea una buena base para decidir si se emprende el proyecto.  
El objetivo de esta fase es:
  - Desarrollar un plan de proyecto e implementar actividades.
  - Estimar el probable tiempo que tardará, el personal y requerimientos.
  - Identificar el costo probable y consecuencias de inversión de un nuevo proyecto.

El estudio de viabilidad también incluye aspectos técnicos de proposición de proyecto, requisitos y desarrollo de soluciones conceptuales.

En la fase de viabilidad se delimita el alcance; el estudio de viabilidad típicamente incluye:

Nivel resumido.

- Evaluación de alternativas
- Evaluación de mercado potencial
- Evaluación efectivo de costo

Evaluación de productividad  
Evaluación de base técnica

Nivel detallado.

- Una mayor especificación de la determinación del problema
- Análisis del estudio de tecnología.
- Apreciar capacidades técnicas
- Probar la validación de alternativas
- Cuantificar debilidades y lo que se desconoce
- Preparar metas iniciales y objetivos
- Preparación preliminar de estimación de costo y desarrollo del plan.

- Planeación preliminar. Define requisitos; se define el esfuerzo como un proyecto y es considerado como se muestra a continuación.

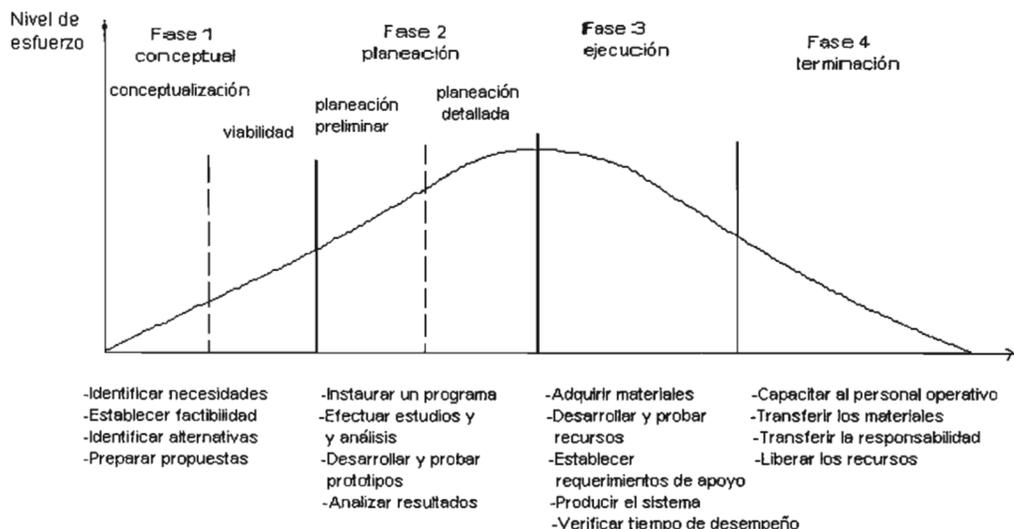
- Alcance general del trabajo
- Objetivos y relaciones a fondo
- Grupo de contratistas
- Facilitar al cliente equipos y servicios
- Referencia o estudios relacionados, documentación o especificaciones
- Documentación de información relacionada
- Verificar la ejecución

Porcentaje de dólares-horas que se invierten en cada fase.

Fase	% dólares / horas
Conceptualización	5
Estudio de viabilidad	10
Planeación preliminar	15
Planeación detallada	20
Ejecución	40
Prueba y terminación	10

Un factor interesante es que 50% de dolares-horas se pueden utilizar antes de iniciar la ejecución. La calidad se planea y diseña, no se puede inspeccionar. Las compañías que emplean un menor porcentaje que el mencionado tienen problemas de calidad en la ejecución.

La planeación del ciclo de vida indica cómo se realizan los paquetes de trabajo durante las fases. Las fases del proyecto se muestran en la figura 4.11.



**Figura 4.11 Ciclo de vida de un proyecto general**  
 John R. Adams y Stephen E. Barndt, "Behavioral Implantations of the Projects Life Cycle, en David I. Cleland y William R. King. Project Management hand Book.

#### 4.4.3.3 Fundamentos de planeación

Para elaborar un proyecto se deben comprender los siguientes conceptos:

- Lineamientos de planeación. Da un apoyo a la jefatura administrativa, al líder y al equipo. Algunos lineamientos:
- Planteamiento de la misión.
- Todo proyecto tiene un propósito, el planteamiento es la solución al problema por medio de las acciones del proyecto.
- Objetivos del proyecto.
- Se establecen los objetivos para lograr la calidad (el rendimiento técnico y la satisfacción del cliente), el tiempo (el programa) y los costos.

La planeación se realiza en el siguiente orden.

- 1) Descripción de parámetros técnicos del producto para comprender requerimientos factibles de alcanzar.
- 2) Programación del trabajo e identificación de los recursos necesarios para efectuarlo.
- 3) Cálculo de costos y preparación de presupuesto.

- Hechos del proyecto. Se identifican los hechos relacionados, los cuales guían la planeación con la información de recursos disponibles, los fondos asignados para el trabajo y las restricciones de tiempo para efectuarlo.
- Suposiciones del proyecto. Con la finalidad de completar hechos se hacen suposiciones; son un estado donde se identifica lo necesario para el proyecto. Si alguna suposición no se cumple afectará al proyecto.
- Problemas del proyecto. Son identificados los problemas para iniciar su solución. Los problemas se deben resolver antes de la ejecución; en caso contrario, habrá un gran riesgo.
- Controles del proyecto. Son identificados y documentados los mecanismos de control, que son el medio para medir el avance, junto con las medidas de corrección cuando el avance no sea el planeado.
- Detalle del plan. La planeación se describe lo mayormente posible, donde se analizan las tareas en base al plan. Si existen defectos tendrá problemas el personal que realice el trabajo.
- Responsabilidades de planeación. Todo el personal es responsable de entregar un plan detallado y completo, así como describir todo el proceso para realizar el trabajo y entregar el producto al cliente. Se debe realizar dentro de los recursos considerados.
- Requerimientos de conocimientos para la planeación. Los planeadores de proyecto deben incluir todos los requerimientos posibles. Estos planificadores visualizan las exigencias generales y describe con detalle las tareas. Es decir, los planificadores comprenden los principios de planeación, que consiste en adoptar una misión, establecer metas, reunir los hechos, complementar éstos con suposiciones y describir el proceso.

Restricciones. Limitan las acciones del equipo administrativo. Por ejemplo, un presupuesto predefinido es una restricción que limitará las opciones que tiene el equipo administrador con respecto al alcance, personal y programación.

Suposiciones. Son factores que en planeación se consideran ciertas, reales o seguras.

#### Otras salidas de planeación

Son todas las salidas de procesos de planeación en otras áreas del conocimiento, dan un resumen de estos procesos de planeación de proyectos y son entradas para desarrollar el plan de proyecto.

Información histórica. La información histórica de decisiones previas de selección de proyectos y de sus reportes de ejecución se deben considerar en la medida que esta información esté disponible.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE**

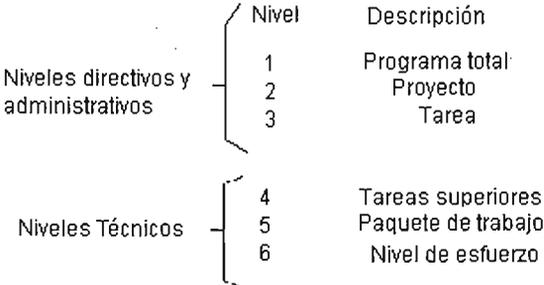
Patrones para la división de trabajo (WBS). Se estructura de acuerdo al trabajo a realizar y refleja la relación con el costo; la información se resumirá y será reportada eventualmente.

Una WBS se orienta a la subdivisión de tres elementos: hardware, servicios e información requerida para determinar el producto. En la elaboración de la WBS se consideran otras áreas, requiere la estructuración de información, como clasificación, administración de configuración y ejecución de parámetros técnicos.

La WBS es un elemento importante en la planeación; proporciona esta estructura:

- El programa total se describe como un resumen de la subdivisión de elementos.
- La planeación se puede llevar a cabo.
- Su costo y presupuesto se establece.
- El tiempo, costo y ejecución podrían ser cambiados.
- Los objetivos se vinculan a los recursos de la empresa en forma lógica.
- La clasificación y el estado de reporte se puede establecer.
- La construcción de una red y planeación del control es posible iniciarse.
- La asignación y responsabilidad para cada elemento se puede establecer.

La WBS divide el trabajo en elementos pequeños, que proporcionan una mayor y mejor visión de las actividades relacionadas. El tipo de WBS más común está compuesto de seis niveles:



**Estructura de División de Trabajo "Work Breakdown Structure WBS"**

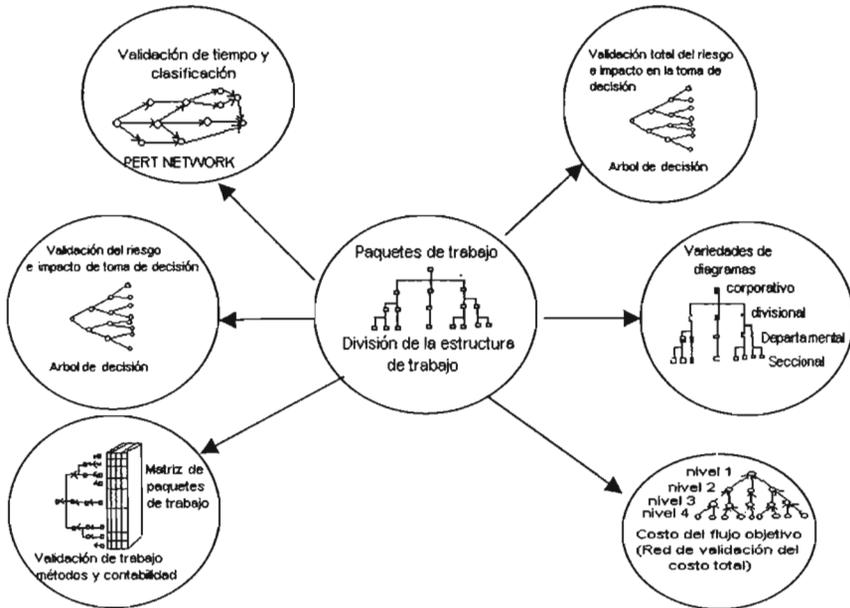
El nivel 1 es el programa total y se compone de una serie de proyectos, el resumen de actividades y costos asociados con cada proyecto deben ser iguales al proyecto total. La razón de la WBS es la subdivisión de esfuerzos para simplificar el control.

La administración de programas integra actividades y el administrador actúa como un integrador, usando la WBS como una estructura de trabajo común.

En la figura 4.12 se muestra la estructura de la WBS para las siguientes bases.

- Matriz de responsabilidades
- Red de clasificación divisional

- Costo
- Análisis de riesgo
- Estructura organizacional
- Objetivos de coordinación
- Control



**Figura 4.12 WBS para objetivos de control y evaluación**

- Los tres altos niveles reflejan la integración de esfuerzos y no deberían relacionarse a un departamento específico. Esto requiere que los departamentos y secciones deberían ser definidos en subtareas y paquetes de trabajo.
- La suma de todos los elementos en un nivel deben sumar todo el trabajo en el próximo nivel interno que está más abajo.
- Cada elemento del trabajo debe asignarse a un nivel (en el quinto nivel los paquetes de trabajo se deben identificar y ser homogéneos).
- La WBS se acompaña por la descripción del alcance del esfuerzo requerido. También tendrá que entender todo el trabajo a realizar.
- El nivel en el que el proyecto es administrado normalmente se le llama nivel del paquete de trabajo. Actualmente los paquetes pueden existir en algún nivel que esté por debajo del primero.
- En la obtención de mejores políticas el administrador de proyecto considera la experiencia técnica, permite a toda la línea de administradores apreciar el riesgo de la SOW.

Los paquetes de trabajo son usados como criterios para identificar tareas discretas que han definido en sus resultados finales.

Los paquetes de trabajo ideales tienen una duración de 80 hrs. o de dos a cuatro semanas en proyectos largos.

La WBS deberá tener las siguientes características:

- Tener claramente definido el inicio y fin de fechas
- Ser usado como una herramienta de comunicación en la que los resultados se pueden comparar con lo especificado
- Hacer un estimado de la duración de tiempo "total" y no cuando y no cuando la tarea debe iniciar o terminar

Para grandes proyectos, la planeación estará estructurada en fases de tiempo en los niveles de paquetes de trabajo de la WBS. Tienen las siguientes características:

- Representan unidades de trabajo en el nivel donde será ejecutado el trabajo
- Distingue claramente un paquete de trabajo de la demás asignaciones de un solo grupo funcional
- Contiene claramente la definición de fechas de inicio y fin
- Especifica el presupuesto en términos de dólares, horas-hombre u otras unidades medibles
- Limita el trabajo que se realizará en periodos cortos de tiempo; minimiza el trabajo por medio del esfuerzo en los procesos

La figura 4.13 ilustra los niveles en los que se divide normalmente una WBS

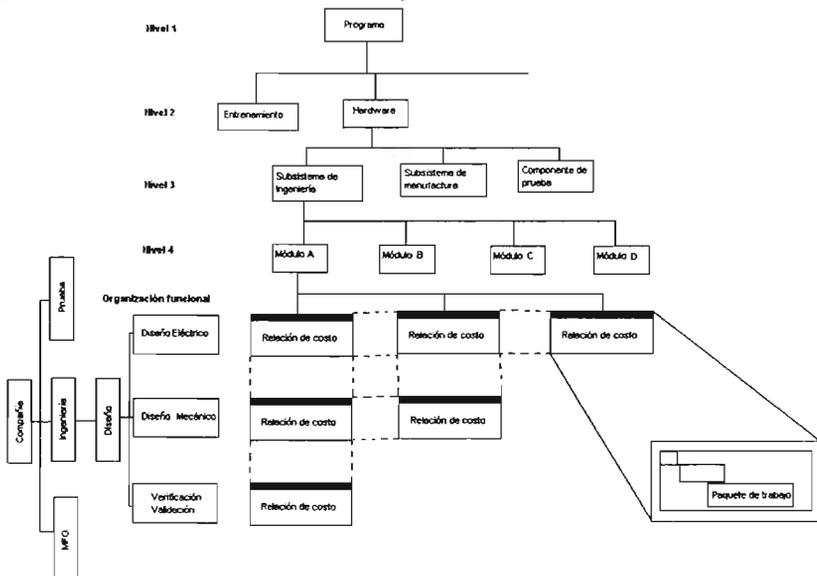


Figura 4.13 Niveles de la WBS

WBS para la construcción de una nueva planta y puesta en operación.

Nuevo plan de construcción y puesta en operación	00-00-00
<b>Proyecto 1:</b> Estudio analítico	01-01-00
Tarea 1: Marketing / estudio de producción	01-01-01
Tarea 2: Análisis de costo efectivo	01-01-02
<b>Proyecto 2:</b> Diseño y ley / out	01-02-00
Tarea 1: Procesamiento del producto	01-02-01
Tarea 2: Procesamiento del producto heliográfico	01-02-02
<b>Proyecto 3:</b> Instalación	01-03-00
Tarea 1: Fabricación	01-03-01
Tarea 2: Instalación	01-03-02
Tarea 3: Prueba y puesta en marcha	01-03-03
<b>Proyecto 4:</b> Soporte del programa	01-04-00
Tarea 1: Administración	01-04-01
Tarea 2: Poder adquisitivo del material en bruto	01-04-02

#### 4.4.3.4 Plan de programa

Para la elaboración de programas se utiliza un plan de programa en el que se documentan todas las actividades de éste. Es una guía para el ciclo de vida del programa y pueden ser revisados, dependiendo la circunstancia y tipo de programa.

El plan de programa proporciona las siguientes recomendaciones:

- Tecnológico de conflictos entre administradores funcionales.
- Tecnológico de conflictos entre administradores funcionales y administradores de programas.
- Proveer un estándar de comunicación para todo el ciclo del programa.
- Permite que el proveedor entienda los objetivos y requisitos acostumbrados.
- Permite identificar la inconsistencia en la fase de planeación.
- Proporciona la Tecnología temprana del problema en las áreas y el riesgo y así no sorprenderse al momento del fracaso resolviéndolo.

El plan de programa identifica cómo se integran los recursos en una empresa; debe explicar los eventos. Las interacciones frecuentes pueden causar cambios en el programa. La figura 4.14 muestra el plan de programa. Este es un plan para ejecución, permite ver la duración del programa y responder algunas preguntas.

- Qué será realizado
- Cómo será realizado
- Dónde será realizado

- Cuándo será realizado
- Por qué será realizado

Las respuestas obligan al proveedor y al cliente exigir más en los siguientes aspectos.

- Requisitos del programa
- Tecnológico del programa
- Clasificación del programa
- Facilidad de requisitos
- Soporte logístico
- Soporte financiero
- Tecnológico y mano de obra

El plan de programa previene crisis de problemas hasta el final del plan.

En la administración de la planeación de programas se incluyen los procedimientos, características y clasificación:

- Asignación del personal de programa (oficio de programa personal y miembros del equipo)
- Mano de obra, planeación, entrenamiento; son discutidos para asegurar clientes, califica al personal y la disponibilidad de unidades funcionales.
- Una responsabilidad lineal; incluye la identificación del cliente, autoridad y relaciones que existirán en el programa.

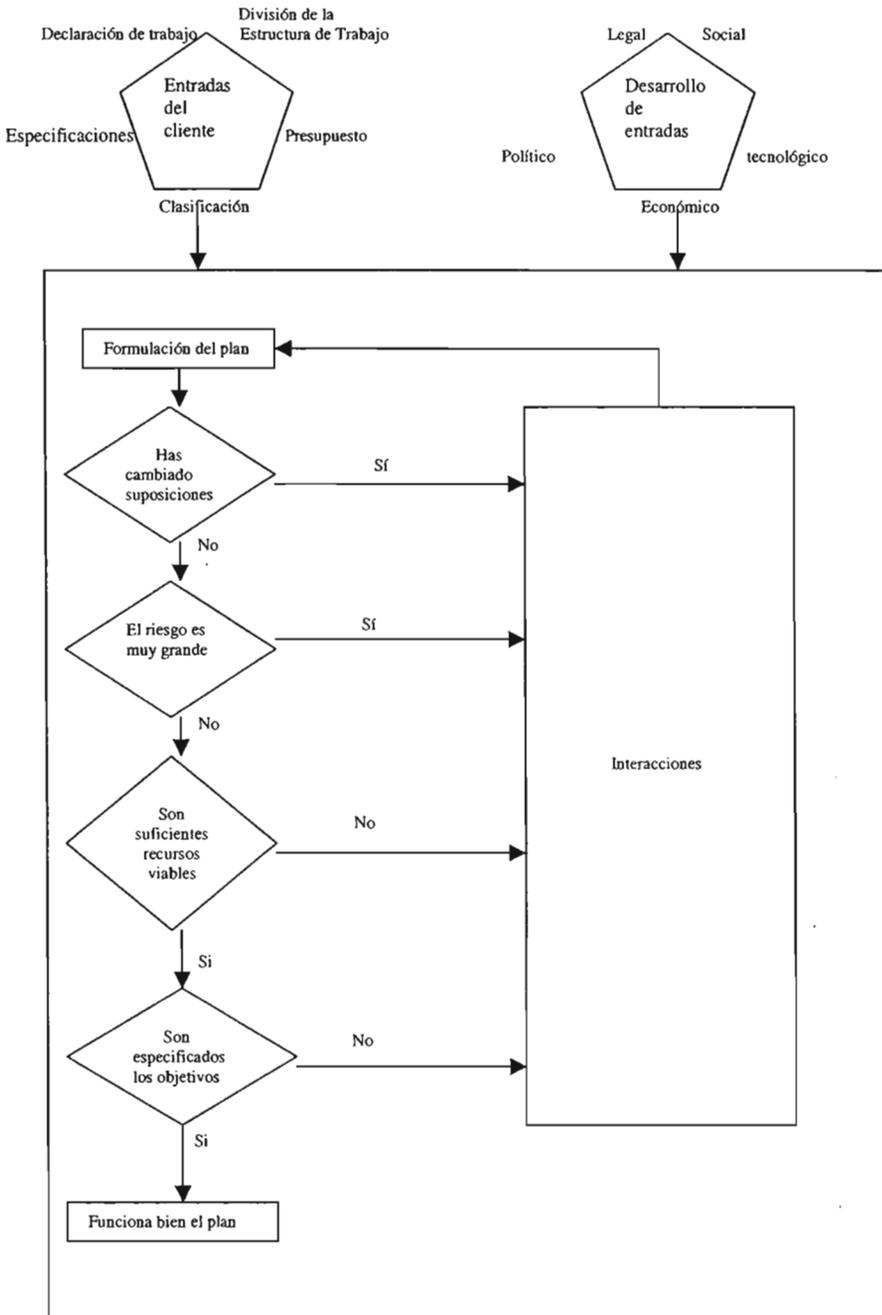


Figura 4.14 Interacciones del proceso de planeación

#### 4.4.3.5 Técnicas de planeación

Las nuevas administraciones buscan nuevas técnicas para solucionar complicaciones con demasiada información y plazo reducido, para lo cual existen como solución estos métodos técnicos.

- Diagrama de Gantt
- Balance de líneas
- Redes
  - Programa de evaluación y técnicas de revisión (PERT)
  - Método de diagrama de flecha (ADM) o método de ruta crítica
  - Método de diagrama predecesor (PDM)
  - Grafica de evaluación y técnica de revisión (GERT)

Las redes de análisis proporcionan información para planeación, integración de planes, estudios de tiempo, clasificación y administración de recursos. La principal propuesta de la red de planeación es la eliminación de crisis en la administración y facilita una representación total del programa.

Las redes se componen por eventos y actividades.

Un evento se define como el inicio y fin de actividades en grupos y una actividad es el trabajo requerido para proceder de un evento de un tiempo a otro.

La figura 4.15 representa la nomenclatura de una red PERT. Los ciclos representan los eventos, las flechas representan las actividades, el número sobre la flecha indica el tiempo requerido, los eventos no tienen un orden específico. Por lo cual el evento 6 acontece antes que el 3.

En la figura 4.15, a) el evento 26 tiene lugar antes que el 7, 18 y 31, y en la figura 4.15, b) los eventos 7, 18 y 31 acontecen antes que el 26.

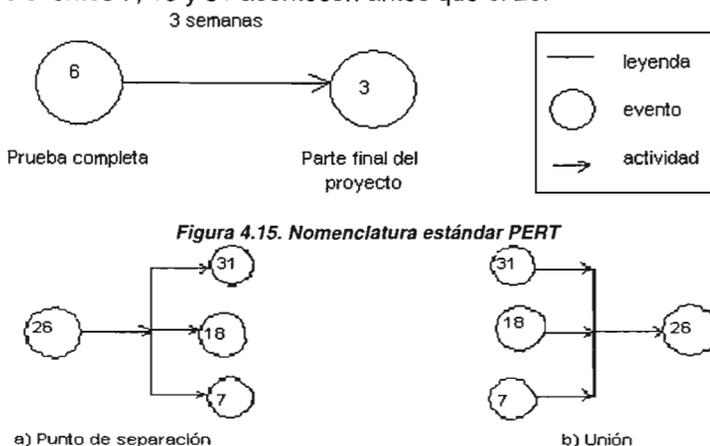
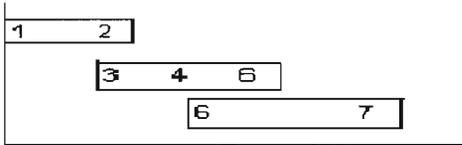


Figura 4.15. Nomenclatura estándar PERT

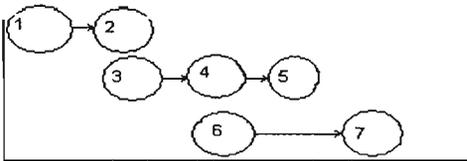
Figura 4.15. Secuencia de PERT

En la figura 4.15 se observa el desarrollo de una red PERT.

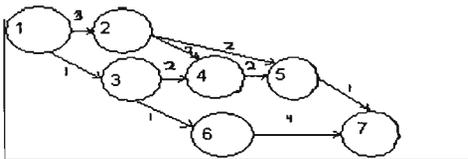
El diagrama de barras indicado en la figura 4.15-a se convierte en diagramas de Milestones (figura 4.15-b); la relación entre ambos eventos construyen una red PERT que se muestra en la figura 4.15-c.



4.15-a Diagramas de Gantt



4.15-b Conversiones de diagramas de barras a PERT "Diagramas de Milestones"



4.15-c Diagramas PERT

Información que se puede obtener de la representación de un diagrama.

- Interdependencia de actividades
- Terminación del proyecto a tiempo
- Impacto de un inicio tardío
- Impacto de un inicio temprano
- Ofertas entre recursos
- Costo de un programa que fracasa
- Fracaso en planeación y ejecución
- Evaluación y ejecución

PERT es una planeación de la administración y una herramienta de control. Se considera como una ruta de programas en el que se identifican todos los elementos junto con su relación entre sus eventos.

Un propósito del diagrama PERT es determinar cómo el tiempo es requerido para terminar el proyecto, por lo cual el tiempo se usa para analizar esos elementos que influyen directamente en los sucesos del proyecto: tiempo, costo y ejecución.

La construcción de una red PERT consiste en:

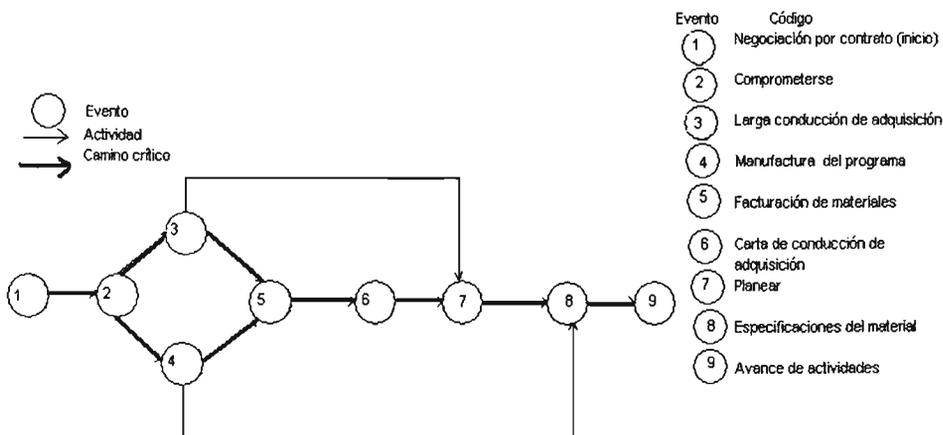
- Seleccionar elementos que representen inicio y fin de una actividad, terminación de elementos con preferencia
- Define la secuencia de eventos, como la que se muestra en la tabla 4.1

En la figura 4.16 se muestra el camino crítico, se establece el tiempo más largo en el que se finalizan los eventos. El camino crítico se compone de los eventos 1-9, que es necesario para realizar el control del proyecto y se observa:

- Por qué se pierde tiempo en algunos eventos en el camino
- Por qué los eventos son más críticos en el proyecto; la administración debe improvisar en caso necesario.

**Tabla 4.1**

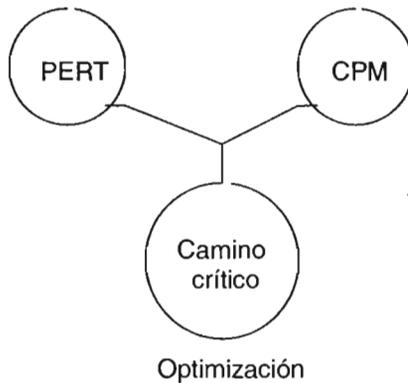
Actividad	Título	Eventos anteriores	Actividad tiempo (semanas)
1-2	A	-	1
2-3	B	A	5
2-4	C	A	2
3-5	D	B	2
3-7	E	B	2
4-5	F	C	2
4-8	G	C	3
5-6	H	D, F	2
6-7	I	H	3
7-8	J	E, I	3
8-9	K	G, J	2



**Figura 4.16. Red PERT simplificada**

## COMPARACIONES ENTRE PERT Y CPM

PERT permite identificar más temprano cualidades sobre lo que esperamos de un evento que ocurra o que una actividad termine. Además hace uso de tres estaciones de tiempo (óptimo, probable y pésimo), de los cuales se obtiene un tiempo que puede ser derivado. CPM (Método de ruta crítica) no usa estimación de tiempo, que representa el tiempo normal (se obtiene mejor estimación con exactitud en CPM, PERT es de carácter probabilístico, basado en la distribución de información para cada actividad en un tiempo y una distribución normal para cada suposición de duración de tiempo. Lo que permite calcular el riesgo en un proyecto. CPM se basa sólo en una estimación de tiempo. La figura 4.17 muestra la obtención del camino crítico.



*Figura 4.17 Obtención de camino crítico*

### Técnica de revisión y evaluación gráfica (GERT)

Es una técnica similar al PERT, pero tiene algunas ventajas que permiten un lazo con dependencias y múltiples proyectos. Con PERT no pueden mostrarse fácilmente las fallas, pero pueden obtenerse diversas pruebas por mayor tiempo.

Con PERT no es posible mostrar los resultados de las pruebas, sólo se seleccionan las diversas ramas para continuar el proyecto. Estos problemas se pueden detectar utilizando GERT.

### Retardos de tiempo en redes de planeación

El camino crítico es la ruta por la que no pueden existir retrasos en la duración de actividades, pero es posible extender la duración de tiempo en algunas actividades; en ocasiones se reduce el costo y elimina el tiempo inactivo.

Los retrasos de tiempo son la diferencia entre el tiempo de inicio tardío y el tiempo de inicio temprano.

La ruta crítica es un medio para dar prioridad a las tareas que no admiten pérdidas de tiempo, que garantice que no perjudicarán el resto del programa.

Este método se explicará posteriormente en el área de Administración del tiempo.

Descomposición. La descomposición es la subdivisión de las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables hasta que las entregas están definidas con suficiente detalle como para soportar las actividades futuras del proyecto (planear, ejecutar, controlar y cierre).

## SALIDAS DE LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE

### División de la estructura de trabajo (WBS)

Esta es una división de estructura de trabajo (ya explicada en Patrones para la división de trabajo, WBS). Aquí se muestra un ejemplo.

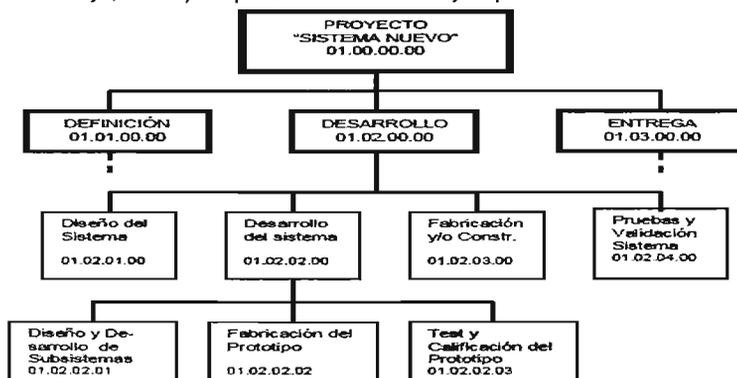


Figura 4.18 Ejemplo de una WBS

### 4.4.4 Verificación del alcance

Es el proceso de aceptación formal del alcance del proyecto por los Stakeholders (patrocinador, cliente, dueño, etc)

## ENTRADAS DE VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

Resultados de trabajo. Son aquellos que han sido parcial o totalmente completados, implica los costos en los que se ha incurrido o comprometido, etc. Son unas salidas del plan de ejecución del proyecto.

Documentación del producto. Son los documentos que describen el producto, deberán estar disponibles para las revisiones. Los términos utilizados para describir esta documentación (planos, especificaciones, documentación técnica, planes, etc.) varían de acuerdo con el área de aplicación.

## HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA LA VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

Inspección. La inspección incluye actividades como mediciones, examinar y ensayos implementados para determinar si los resultados se ajustan a los requerimientos. Las inspecciones muchas veces se llaman revisiones, revisiones del producto, auditorías y visitas, y en algunas situaciones áreas de aplicación.

### SALIDAS DE VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

Aceptación formal. Es la documentación en la que el cliente o patrocinador ha aceptado el producto del proyecto o fase, ésta deberá ser preparada y distribuida. Tal aceptación podrá ser temporal, especialmente al final de una fase.

#### 4.4.5 Control de cambios del alcance

El control de cambio del alcance se preocupa por:

- (a) Influir los factores que crean cambio al alcance para asegurar que estos cambios son beneficiosos.
- (b) Determinar que un cambio en el alcance ha ocurrido.
- (c) Administrar los cambios reales cuando y si éstos ocurren. El control de cambio al alcance deberá estar integrado totalmente.

### ENTRADAS DEL CONTROL DE CAMBIOS DEL ALCANCE

División de estructura de trabajo. Descrita en las herramientas y técnicas de la definición del alcance.

Reportes de desempeño (avance). Proveen información sobre ejecución del alcance y describe que productos se han completado y cuáles no. Los reportes de desempeño pueden alertar al equipo de trabajo sobre qué asuntos pueden causar problemas en el futuro.

Requisiciones de cambio. Los cambios pueden requerir expandir el alcance o pueden permitir reducirlo. La mayoría de las requisiciones de cambio son producto de:

- Un evento externo (por ejemplo, un cambio en una regulación gubernamental).
- Un error u omisión en la definición del alcance de un producto (por ejemplo, una falla al no incluir un diseño requerido de un sistema de telecomunicaciones).
- Un error u omisión al definir el alcance de un proyecto (por ejemplo, utilizar una lista de materiales en vez de una estructura de desglose de trabajo).
- Un cambio de valor agregado (por ejemplo, un proyecto de remediación ambiental es capaz de reducir costos al tomar ventaja de tecnología que no está disponible cuando el alcance fue originalmente definido).

Plan de manejo del alcance. Este documento describe cómo el alcance del proyecto será administrado y cómo los cambios al alcance serán integrados al proyecto. Deberá incluir una evaluación de la estabilidad estimada del alcance.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE CAMBIOS DEL ALCANCE**

Sistema de control de cambio del alcance. Define los procedimientos mediante los cuales el alcance del proyecto puede ser cambiado. Incluye el papeleo, sistemas de seguimiento y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios.

Medición de ejecución. Ayudan a evaluar la magnitud de variaciones que ocurren. Estas son las técnicas empleadas:

1. Comités de desempeño. Son reuniones para cuantificar el status del proyecto o su progreso.
2. Análisis de varianza. El análisis de varianza involucra comparar los resultados actuales del proyecto con los resultados planeados o esperados. Las varianzas de programación y costos son las más frecuentemente analizadas, pero varianzas del plan en el área de alcance, calidad y riesgo son muchas veces iguales o de mayor importancia.
3. Análisis de tendencia. El análisis de tendencia involucra analizar los resultados del proyecto sobre el tiempo para determinar si el desempeño está mejorando o empeorando.
4. Análisis de valor ganado. Es el método más comúnmente utilizado para la medición de desempeño. Éste integra alcance, costo y medición de la programación para ayudar al equipo administrativo del proyecto a cuantificar el desempeño del proyecto. El valor ganado involucra calcular tres valores claves por cada actividad:
  - El presupuesto, que también se llama el costo presupuestado del trabajo programado (BCWS, budgeted cost of work scheduled) es esa porción del costo estimado aprobado que se planea se utilizará en la actividad durante un referido periodo.
  - El costo real, también llamado el costo real del trabajo realizado (ACWP, actual cost of work performed), es el total de costos directos e indirectos en que se incurrieron en realizar trabajo en la actividad en un período mencionado.
  - El valor ganado, también llamado costo presupuestado del trabajo realizado (BCWP, budgeted cost of work performed), es un porcentaje del presupuesto total igual al porcentaje de trabajo realmente terminado. Muchas implementaciones de valor ganado utilizan pocos porcentajes (por ejemplo, 30 por ciento, 70 por ciento, 90 por ciento, 100 por ciento) para simplificar la colección de información. Algunas implementaciones de valor ganado utilizan solamente 0 por ciento o 100 por ciento (hecho o no hecho) para ayudar a asegurar una medición objetiva del desempeño.

**Planeación adicional.** Pocos son los programas que se ejecutan de acuerdo al plan. Los posibles cambios del alcance pueden requerir modificaciones en la WBS.

### SALIDAS DE CONTROL DE CAMBIOS DEL ALCANCE

**Cambios al alcance.** Un cambio al alcance es cualquier modificación al alcance acordado del proyecto, tal como se define por la WBS. Los controles al alcance muchas veces requieren ajustes al costo, tiempo y calidad u otros objetivos del proyecto.

**Acción correctiva.** Es cualquier acción que se haga para que la ejecución futura esperada del proyecto esté de acuerdo al plan del proyecto.

**Lecciones aprendidas.** Las causas de las variaciones, el razonamiento detrás de la acción correctiva tomada y otros tipos de lecciones aprendidas del control de cambio al alcance, deberán ser documentadas para que esta información se vuelva parte de la base de datos histórica para este y otros proyectos de la organización ejecutora.

### 4.5 Administración del tiempo

Incluye los procesos necesarios para asegurar la terminación del proyecto a tiempo. Se constituye de los siguientes procedimientos.

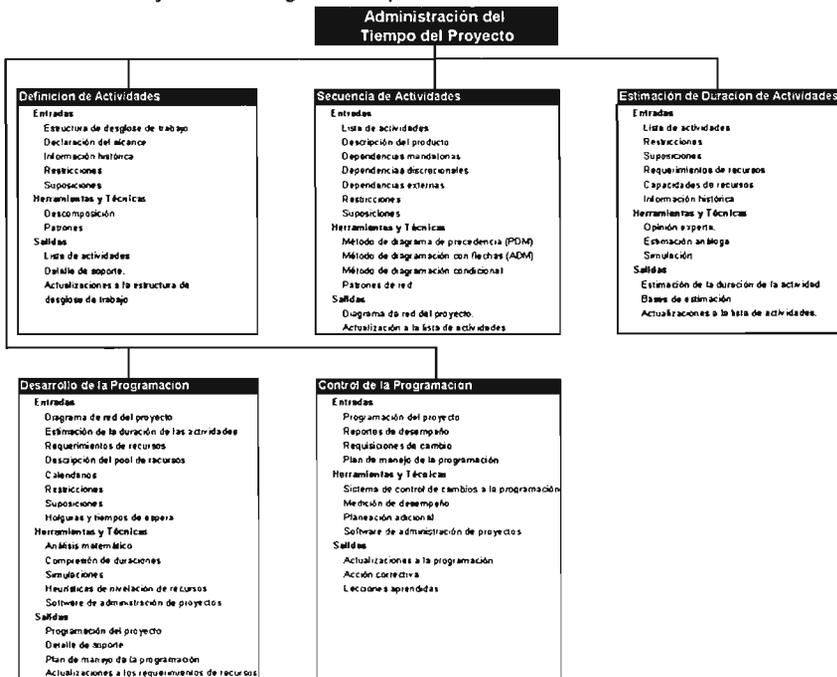


Figura 4.19 Administración del Tiempo

Definición de actividades. Identifica actividades específicas que se deberán realizar para producir entregas de mayor prioridad en el proyecto.

Secuencia de actividades. Identifica y documenta las dependencias entre actividades.

Estimación de duración de actividades. Es la estimación del número de periodos necesarios para terminar las actividades individuales.

Desarrollo de la programación. Analiza la secuencia de actividades, la duración de éstas y los requerimientos de recursos para crear la programación del proyecto.

Control de programación. Controla los cambios en el programa de proyecto.

#### **4.5.1 Definición de actividades**

La definición de actividades involucra identificar y documentar las actividades específicas que tienen que realizar, de manera que se puedan producir las entregas y subentregas identificadas en la división de la estructura de trabajo.

### **ENTRADAS DE LA DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES**

División de estructura de trabajo WBS. La estructura de desglose de trabajo es la entrada primaria para la definición de actividades; se describe en las herramientas de definición del alcance en Patrones para el desglose de trabajo.

Declaración del alcance. La justificación del proyecto y los objetivos del proyecto contenidos en la declaración del alcance deben ser considerados de manera explícita durante la definición de las actividades. Se explica con más detalle en las **SALIDAS DE PLANEACIÓN DEL ALCANCE.**

Información histórica. Las actividades que fueron requeridas de proyectos anteriores que son similares deberán ser consideradas durante la definición de actividades.

Restricciones. Son factores que limitan las opciones del equipo de proyecto.

Suposiciones. Son factores que, en los procesos de planeación, serán consideradas como verdaderas, reales o ciertas. Las suposiciones involucran algún grado de riesgo y serán una salida del proceso de identificación de riesgos.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES**

Descomposición. Es la subdivisión de los elementos del proyecto en componentes más pequeños y manejables, de manera que se tenga un mejor control administrativo. La principal diferencia entre la descomposición aquí y en la

Definición del Alcance es que la salida final aquí se describe como actividades (pasos de acción) en vez de entregas (ítems tangibles).

Patrones. Una lista de actividades (tal como se describe en la lista de actividades, de las SALIDAS DE LA DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES), o una porción de una lista de actividades de un proyecto previo se utiliza muchas veces como un patrón para un nuevo proyecto.

## **SALIDAS DE LA DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES**

Lista de actividades. La lista de actividades debe incluir todas las actividades que serán ejecutadas en el proyecto. Deberá ser organizada como una extensión del WBS para asegurar que está completo y que no incluye actividades que no son requeridas como parte del alcance del proyecto. Así como con WBS, la lista de actividades debe incluir descripciones de cada actividad para asegurar que los miembros del equipo del proyecto entenderán cómo se deberá de ejecutar el trabajo.

Detalle de soporte. El detalle de soporte para la lista de actividades deberá ser documentado y organizado para que facilite su uso en otros procesos. El detalle de soporte deberá incluir documentación de todas las suposiciones y restricciones identificadas.

Actualizaciones a la división de la estructura de trabajo WBS. Al usar la WBS para identificar las actividades que son necesarias el equipo puede identificar entregas faltantes o puede determinar que la descripción de la entrega necesite corrección. Tales actualizaciones se deben reflejar en la WBS y documentos relacionados como estimativos de costos.

### **4.5.2 Secuencia de actividades**

La secuencia de actividades involucra identificar y documentar las dependencias entre actividades. Deben tener secuencias de manera precisa, de tal manera que soporten luego el desarrollo de una programación realista y alcanzable. La secuencia puede ser ejecutada con la ayuda de un computador (por ejemplo, empleando software de administración de proyectos) o con técnicas manuales. Éstas son muchas veces más efectivas en proyectos pequeños o en las fases tempranas de proyectos grandes cuando hay poco detalle disponible. Las técnicas manuales o automatizadas también pueden ser usadas en combinación.

## **ENTRADAS A LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES**

Lista de actividades. Debe incluir todas las actividades que serán ejecutadas en el proyecto. Deberá ser organizada como una extensión del WBS para asegurar que está completo y que no incluye actividades que no son requeridas como parte del alcance del proyecto. Así como con WBS, la lista de actividades debe incluir

descripciones de cada actividad para asegurar que los miembros del equipo del proyecto entenderán cómo se deberá ejecutar el trabajo.

Descripción del producto. Son documentos de descripción del producto, describen las características del producto o servicio y propósito para el cual fue creado.

Sus características muchas veces afectan la secuencia de actividades.

Dependencias mandatorias. Son aquellas que resultan inseparables a la naturaleza del trabajo que se realiza. Muchas veces involucran limitaciones físicas.

Dependencias discretas. Son definidas por el equipo de administración del proyecto. Deberán emplearse con cuidado (y totalmente documentadas), ya que pueden limitar acciones posteriores de programación.

Las dependencias discretas se definen usualmente basadas en el conocimiento de:

- “Las mejores prácticas” dentro de un área de aplicación específica.
- De algún aspecto inusual del proyecto, donde una secuencia específica es necesaria aunque hayan otras secuencias igualmente aceptables.

Dependencias externas. Estas involucran una relación entre actividades del proyecto y actividades fuera de éste. Por ejemplo, las actividades de ensayo en un proyecto de software pueden depender de hardware de una fuente externa.

Restricciones. Son factores que limitan las opciones del equipo de proyecto.

Suposiciones. Son factores que, en los procesos de planeación, serán consideradas como verdaderas, reales o ciertas. Las suposiciones involucran algún grado de riesgo y serán una salida del proceso de identificación de riesgos.

## HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Método de diagrama de precedencias (PDM). Es un método para construir una red de diagrama de proyecto usando nodos para representar las actividades y conectándolos con flechas que muestran las dependencias. La figura 4.20 muestra un diagrama de red usando PDM, a esta técnica también se le llama actividad sobre nodo (activity on node, AON), además es una técnica utilizada en los software de administración de proyectos.

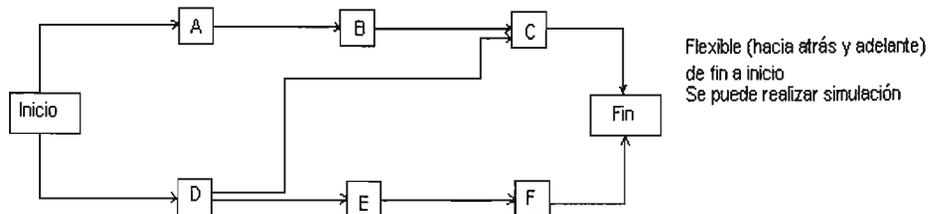
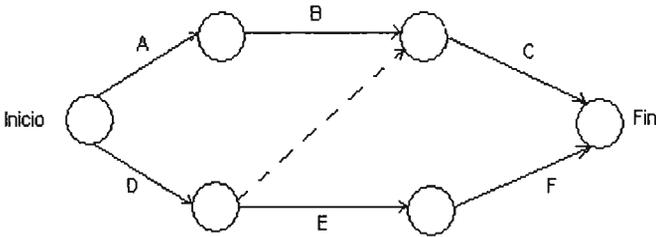


Figura 4.20 Método PDM

**Método de diagrama con flechas (Arrow diagramming method –ADM-).** Sirve para construir diagramas de red empleando flechas para representar las actividades y conectándolas con nodos para mostrar las dependencias. La figura 4.21 muestra un diagrama de red usando ADM. Éste utiliza sólo dependencias de fin a inicio y puede requerir el uso de actividades ficticias para poder definir todas las relaciones lógicas de manera correcta.



- Fácil entendimiento
- Sólo de inicio a fin
- Larga duración
- Permite salto de actividades
- No es flexible
- No se puede simular

**Figura 4.21 Método ADM**

**Método de diagramación condicional.** Las técnicas como GERT (revisión y evaluación técnica y modelos de Sistemas Dinámicos permiten utilizar actividades no secuenciales. Las técnicas PDM (Método de diagrama predecesor) y ADM (Método de diagrama con flechas) no permiten el uso de ramales condicionales o probabilísticos.

**Patrones de red.** Las redes estandarizadas se pueden usar para acelerar la preparación de diagramas de red de proyectos. Éstas pueden incluir un proyecto entero o solamente una porción de éste.

**SALIDAS DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES**

**Diagrama de red del proyecto.** Es una figura esquemática de las actividades del proyecto y sus relaciones lógicas (dependencias). Las figuras 4.20 y 4.21 muestran los diferentes métodos para dibujar un diagrama de red. El diagrama deberá tener una descripción que resuma y describa la lógica usada para las secuencias de actividades.

**Actualización a la lista de actividades.** La preparación de la red de diagrama puede cambiar instancias en las que una actividad deberá ser dividida o de otra manera determinada para que se pueda efectuar el diagrama en una lógica de manera correcta.

**4.5.3 Estimación de duración de actividades**

La estimación de la duración de las actividades involucra estimar el número de periodos de trabajo que más probablemente se necesitará para terminar cada actividad. La persona o grupo del equipo que esté más familiarizado con la

naturaleza de una actividad específica deberá estimar o al menos aprobar la duración de la actividad.

## **ENTRADAS DE LA ESTIMACIÓN DE DURACIÓN DE ACTIVIDADES**

Lista de actividades. La lista de actividades debe incluir todas las actividades que serán ejecutadas en el proyecto. Se organizará como una extensión del WBS para asegurar que está completo y que no incluye actividades que no son requeridas como parte del alcance del proyecto. Así como con WBS, la lista de actividades debe incluir descripciones de cada actividad para asegurar que los miembros del equipo del proyecto entenderán cómo se deberá ejecutar el trabajo.

Restricciones. Ibidem *Entradas a la secuencia de actividades.*

Suposiciones. Ibidem *Entradas a la secuencia de actividades.*

Requerimientos de recursos. La duración de la mayoría de las actividades se relaciona con los recursos asignados a la actividad. Por ejemplo, dos personas que trabajan juntas completarán una actividad de diseño en la mitad del tiempo que les tomaría individualmente realizar la tarea, mientras que una persona trabajando medio tiempo tomará generalmente el doble del tiempo que la misma persona trabajando tiempo completo.

Capacidades de recursos. La evaluación de las actividades se verá influenciada por las capacidades de los recursos humanos y materiales asignados a ella. Por ejemplo, si dos miembros del staff son asignados tiempo completo, se podrá esperar que el miembro *Senior* complete la tarea en menos tiempo que le tomará al miembro *Junior* terminar la tarea.

Información histórica. La información histórica de la duración más probable de muchas categorías de actividades está disponible en una o más de las siguientes fuentes:

- Archivos de proyecto. Una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto puede mantener récord de resultados de proyectos anteriores que sean lo suficientemente detallados para ayudar en el desarrollo de las aproximaciones de duración.
- Bases de datos de estimación comerciales. Mucha información histórica está disponible comercialmente. Estas bases de datos son útiles cuando las duraciones están en función del contenido de trabajo real.
- Conocimiento del equipo de proyecto. Los miembros individuales del equipo pueden recordar situaciones actuales o anteriores. Mientras que tales recolecciones puedan ser útiles, son menos fiables que resultados documentados.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA ESTIMACIÓN DE DURACIÓN DE ACTIVIDADES**

Opinión experta. Las duraciones muchas veces no se pueden estimar porque hay un número de factores que las pueden influir.

Estimación análoga. La estimación análoga, también llamada estimación de arriba hacia abajo, utiliza duraciones reales de una actividad previa y similar como base para la estimación de la duración futura de una actividad.

Se emplea para evaluar la duración de proyectos, cuando hay una cantidad limitada en el proyecto.

La estimación análoga es más fiable cuando:

- (a) la actividad anterior es similar de hecho y no sólo en apariencia
- (b) cuando los individuos que preparan los estimativos tienen la experiencia necesaria.

Simulación. La simulación involucra calcular varias duraciones con diferentes suposiciones. La más común es Análisis de Montecarlo, en la que una distribución de posibles resultados es definida para cada actividad y a su vez se usa para calcular la distribución de posibles resultados para todo el proyecto.

### **SALIDAS DE LA ESTIMACIÓN DE DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

Estimación de duración de la actividad. Evaluación cuantitativa del número de periodos de trabajo más probable que se requerirá para completar una actividad.

Ésta siempre deberá incluir alguna indicación del rango de posibles resultados. Por ejemplo:

- 2 semanas  $\pm 2$  días para indicar que la actividad tomará por lo menos 8 días, pero no más de 12.
- 15% de probabilidad de exceder tres semanas para indicar una alta probabilidad -85%- de que la actividad tomará tres semanas o menos.

Bases de estimación. Las suposiciones efectuadas en el desarrollo de los estimativos deberán estar documentadas.

Actualizaciones de la lista de actividades. La preparación de la red de diagrama puede cambiar instancias en las que una actividad deberá ser dividida o determinada de manera que se pueda hacer el diagrama en una lógica de la forma correcta.

#### **4.5.4 Desarrollo de la programación**

El desarrollo de la programación determinará fechas de inicio y fin de las actividades. Si éstas no son realistas, el proyecto tendrá pocas probabilidades de concluirse.

#### **ENTRADAS DE EL DESARROLLO DE LA PROGRAMACION**

Diagrama de red del proyecto. Es una figura esquemática de las actividades del proyecto y sus relaciones lógicas (dependencias). Las figuras 4.20 y 4.21 muestran los métodos para dibujar un diagrama de red. El diagrama deberá tener una descripción que resuma y describa la lógica usada para las secuencias de actividades.

No es fácil dirigir un proyecto dentro del tiempo, costo y ejecución. El administrador de proyecto debe resolver el conflicto, planear y replanear en caso de crisis.

Desarrollo de conflictos que conllevan retrasos de tiempo

Durante el desarrollo de un proyecto se suscitan conflictos, donde los integrantes del equipo se equivocan y para solucionarlo colabora el equipo; debe confiar uno de otro.

Los conflictos más comunes surgen por:

- Desembolso de capital
- Costos
- Integración
- Responsabilidades
- Manipulación de recursos

Los conflictos son resultado de egoísmo en la estructura de proyecto, pero el administrador de proyecto y el personal deben establecer una manera ideal para trabajar.

Los procesos que se asocian con el tiempo no tienen una ejecución ni cierre, debido a que muchas actividades van ligadas de otras o requiere que acontezcan antes que otras, por lo que los procesos que vayan surgiendo se deben integrar durante los procesos de proyecto, ya que no hay tiempo para retrasarse en la realización de actividades. Los procesos que se asocian al tiempo son:

- Definición de actividades
- Secuencia de actividades
- Estimación de duración de actividades
- Desarrollo del cronograma o calendario

- Control del cronograma

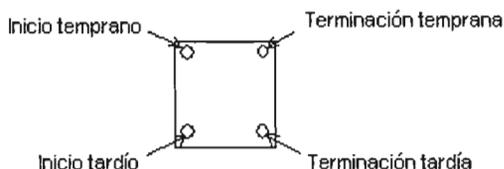
Definición de actividades. Es efectuar una WBS en donde las actividades van surgiendo por la aportación de ideas y después son ordenadas.

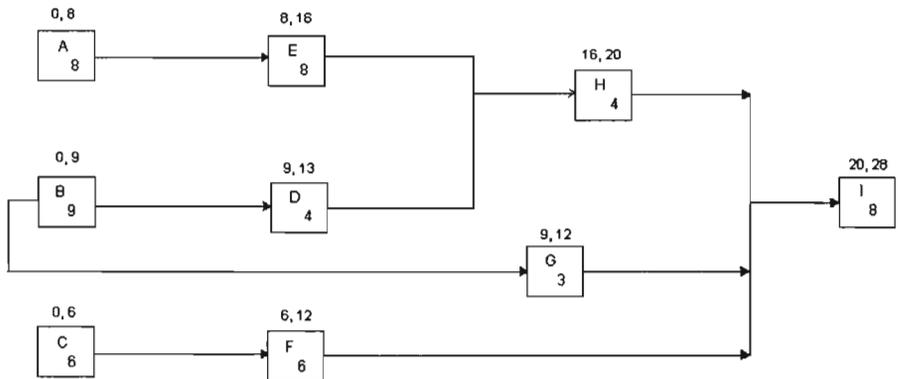
Secuencia de actividades. Existen varios métodos, entre los cuales está el método de diagrama con flechas ADM. Se dirige a dependencias de término único (sólo una flecha puede salir del mismo nodo y es posible hacer uso de líneas punteadas para actividades ficticias).

A continuación se muestra un ejemplo con el método de diagrama de precedencias (PERT).

	Actividad	Precedencia	Tiempo
Tarea 1	A	-	8
	B	-	9
	C	-	6
Tarea 2	D	B	4
	E	A	8
	F	C	6
	G	B	3
Tarea 3	H	D, E	4
	I	F, G, H	8

Para resolverlo, se debe entender la siguiente nomenclatura.





Para obtener el tiempo de inicio tardío

Para H  $20 - 4$  (tiempo de la actividad H) = 16,

E  $16 - 8$  (tiempo de la actividad E) = 8

A  $8 - 8$  (tiempo de la actividad A) = 0

G  $20 - 3$  (tiempo de la actividad G) = 17

F  $20 - 6$  (tiempo de la actividad F) = 14

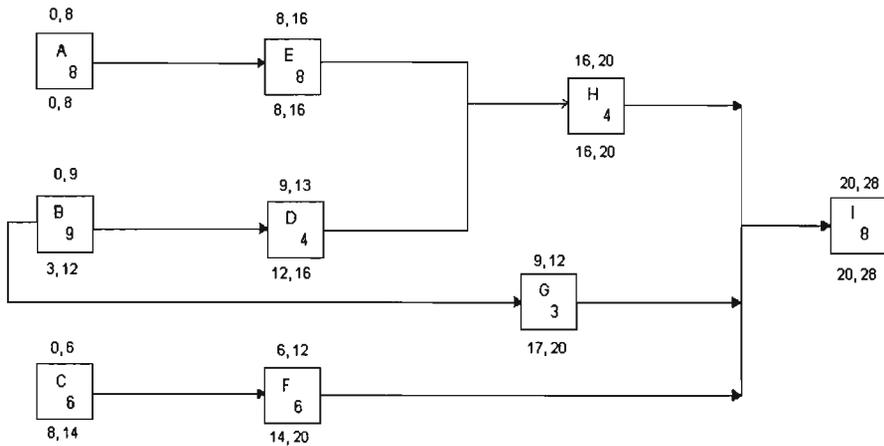
C  $14 - 6$  (tiempo de la actividad C) = 8

D  $16 - 4$  (tiempo de la actividad D) = 12

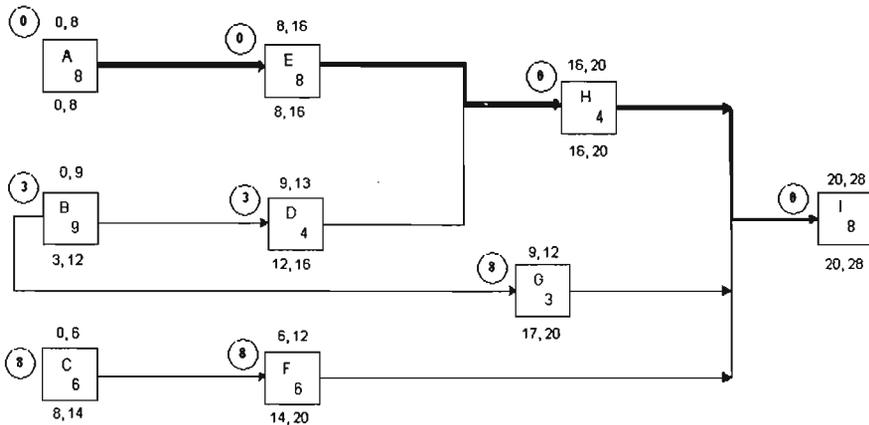
B  $12 - 9$  (tiempo de la actividad B) = 3 “se escoge la ruta de D 4 porque es la que tiene un menor tiempo de inicio tardío que G 3”.

I - 8 es 20 por ser la última actividad

Y resulta como se muestra a continuación:



Las **holguras**. Son actividades que se pueden retrasar sin afectar el inicio ni la finalización de una actividad precedente o posterior. Se obtienen de la diferencia entre inicio tardío e inicio temprano. Este es su resultado:



Estimación de duración de actividades. El análisis del número de periodos de trabajo que se requieren para finalizar las actividades. El tiempo varía en cada proyecto, dependiendo de los recursos, experiencia del administrador de proyectos, la magnitud y dificultad de éste.

Desarrollo del cronograma. Se analiza la secuencia de actividades, su duración y los recursos necesarios para realizar el calendario.

Una herramienta complementaria es la técnica PERT (Programa de evaluación y revisión técnica). Con ésta se conoce el tiempo real sobre la ruta crítica para concluir el trabajo establecido.

En la figura 4.22 se muestra la gráfica en la que se utilizan los tiempos de ruta crítica para obtener el tiempo más probable, que es al 50%.

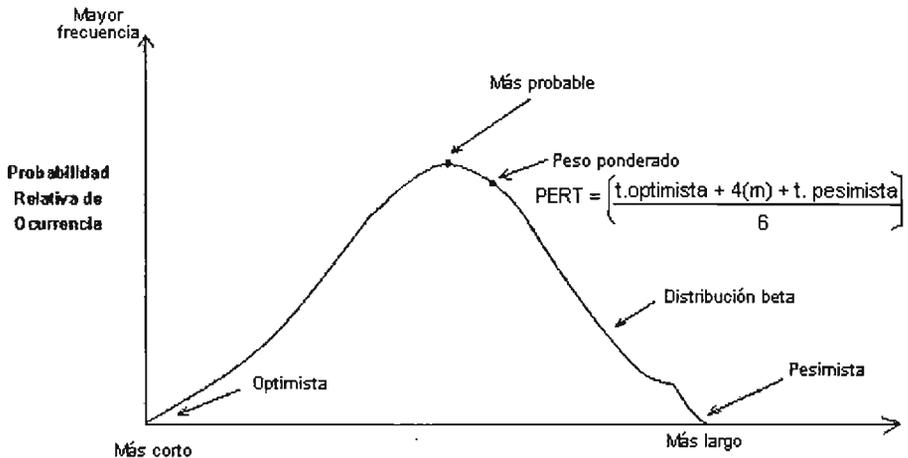


Figura 4.22 Gráfica de probabilidad de Técnica PERT

Con estos resultados se obtiene 50 % de probabilidad del cumplimiento y para tener mayor probabilidad se obtiene una estimación de tiempo total, complementando el uso de la desviación estándar de cada actividad.

$$v_{te} = \frac{b-a}{6}$$

donde  $v_{te}$  = desviación estándar de cada actividad

$b$  = tiempo pesimista

$a$  = tiempo optimista

y la desviación estándar de la ruta crítica se calcula mediante la siguiente fórmula

$$v_{Total} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}$$

Con estas fórmulas se obtiene 50% de la probabilidad de la ruta crítica del siguiente ejemplo.

Actividad	t. Optimista	t. Probable	t. Pesimista
A	7	8	9
E	6	8	9
H	3	4	6
I	5	8	10

$$T_{\text{esperadoA}} = \frac{7 + 4(8) + 9}{6} = 8$$

$$T_{\text{esperadoE}} = \frac{6 + 4(8) + 9}{6} = 7.83$$

$$T_{\text{esperadoH}} = \frac{3 + 4(4) + 6}{6} = 4.16$$

$$T_{\text{esperadoI}} = \frac{5 + 4(8) + 10}{6} = 7.83$$

$$\sum T_{\text{esperados}} = 8 + 7.83 + 4.16 + 7.83 = 27.82$$

$$V_{teA} = \frac{9 - 7}{6} = 0.33$$

$$V_{teE} = \frac{9 - 6}{6} = 0.5$$

$$V_{teH} = \frac{6 - 3}{6} = 0.5$$

$$V_{teI} = \frac{10 - 5}{6} = 0.83$$

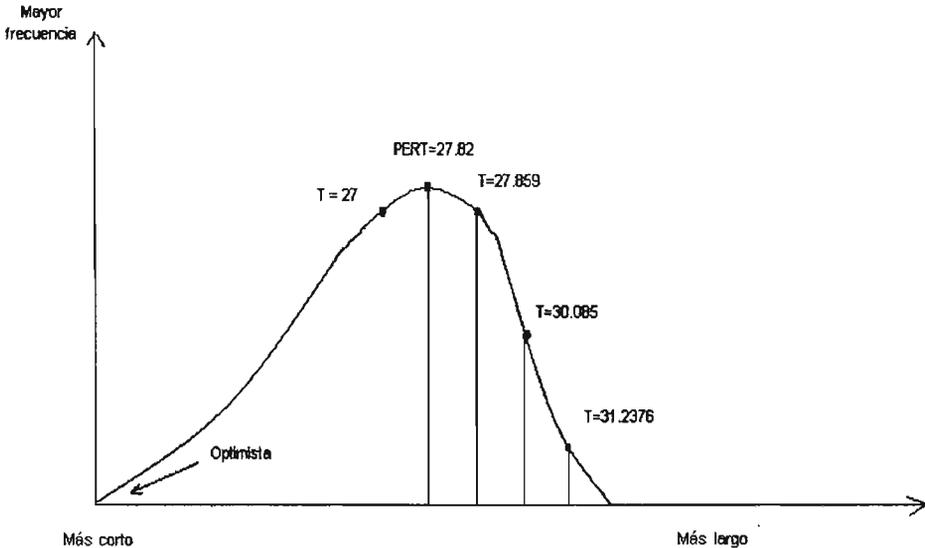
$$V_{\text{Total}} = \sqrt{(0.33)^2 + 2[(0.5)^2] + (0.83)^2} = 1.1392$$

$$27.82 + 1.1392 = 28.959 \quad (1.1392)^2 = 2.2658 \quad (1.1392)^3 = 3.4176$$

$$28.959 = 85 \% \quad \Leftrightarrow 2.2658 + 27.82 = 30.085 \quad 27.82 + 3.4176 = 31.2376$$

$$30.085 = 97.51 \% \quad 31.2376 = 99.87 \%$$

PERT = 27.82 La figura 4.23 muestra la probabilidad por la técnica PERT



**Figura 4.23 Probabilidad de ocurrencia del problema**

Requerimientos de recursos. La duración de la mayoría de las actividades se relaciona con los recursos asignados a la actividad.

Descripción del pool de recursos. Es conocer qué recursos estarán disponibles, en qué tiempo y en qué patrones es necesario para desarrollar la programación.

El detalle y el nivel de especificidad en la descripción del pool de recursos varía. Por ejemplo, para el desarrollo previo de la programación de un proyecto de consultoría, uno solo necesita saber que dos consultores estarán disponibles en un tiempo específico. La programación final debe identificar qué consultores específicos estarán disponibles.

Calendarios. Los calendarios de proyecto y de recursos identifican períodos de tiempo donde es permitido trabajar. Los calendarios de proyecto afectan a todos los recursos. Los calendarios de recursos afectan a un recurso o categoría de recurso en particular (por ejemplo, un miembro del equipo de proyecto puede estar de vacaciones o en un curso de capacitación; un contrato colectivo de trabajo puede limitar la labor de algunos empleados durante la semana).

Restricciones. Limitan las acciones del equipo de proyecto. Existen dos categorías que deben considerarse durante el desarrollo de programación.

- **Fechas impuestas.** La entrega de algunos productos en una fecha específica puede ser requerida por un patrocinador del proyecto, el cliente de éste u otros factores externos

- Eventos claves o hitos de importancia. La entrega de productos en una fecha específica puede ser solicitada por un patrocinador del proyecto, el cliente de éste u otros *stakeholders*. Una vez programados, estas fechas se vuelven formales y muchas veces suscitan dificultad cuando se cambian.

Suposiciones. Son factores que, en los procesos de planeación, serán considerados como verdaderos, reales o ciertos. Las suposiciones involucran algún grado de riesgo y serán una salida del proceso de identificación de riesgos.

Holguras y tiempos de espera. Cualquier factor de dependencia puede requerir de una holgura o tiempo de espera (lags y leads) para poder definir de manera correcta la relación (por ejemplo, puede existir un retraso de dos semanas entre la adquisición de un equipo y su instalación para su uso). Se explica con mejor detalle en el ejemplo de la Secuencia de actividades.

## HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN

Análisis matemático. En el análisis matemático se calculan las fechas teóricas tempranas y tardías para todas las actividades, sin tener en cuenta cualquier limitación del *pool* de recursos disponibles. Las fechas resultantes indican los periodos de tiempo en que se deberán programar las actividades.

Las técnicas más comunes conocidas:

- Método de ruta crítica (CPM). Calcula un solo juego probable de fechas tempranas y tardías de comienzo y finalización para cada actividad, determina qué actividades tienen la menor flexibilidad de programación.
- Método de revisión y evaluación gráfica (GERT). Hace uso de herramientas probabilísticas tanto de la red de lógica como de la estimación de las duraciones de las actividades.
- Técnica de revisión y evaluación de programas. Utiliza la lógica de una red y una distribución para la duración de las actividades para obtener la duración del proyecto. PERT se diferencia de CPM en que PERT usa la media de la distribución (el valor esperado) en lugar del valor más probable usado originalmente en CPM.

Compresión de duraciones. Es un caso especial de análisis matemático que busca maneras de acortar la duración del proyecto sin cambiar el alcance de éste (por ejemplo, cumplir fechas impuestas o metas de programación). La compresión de duraciones incluye técnicas como:

- Crashing. El canje de costos y programación se analizan para determinar el mayor grado de compresión a cambio del menor aumento en los costos. El *crashing* muchas veces no es viable e incrementa los costos.

- **Fast Tracking.** Es realizar actividades en paralelo que se ejecutarían en secuencia (por ejemplo, escribir código en un proyecto de software antes que su diseño haya terminado, o construir los cimientos para una planta de procesamiento de petróleo antes de que sus ingenierías lleguen al 25%). El *fast tracking* en ocasiones resulta en trabajos que son repetitivos e incrementa el riesgo asociado con el proyecto.

**Simulaciones.** La simulación involucra calcular varias duraciones con diferentes suposiciones. La más común es Análisis de Montecarlo, en la que una distribución de posibles resultados se define para cada actividad y a su vez se usa para calcular la distribución de posibles resultados para todo el proyecto.

**Heurísticas de nivelación de recursos.** Una heurística, como "asignar recursos escasos de actividades de la ruta crítica primero", se aplica para desarrollar una programación que refleje las restricciones. Esta técnica es en ocasiones llamada el "método basado en recursos",

La programación en base a restricciones de recursos es un caso de nivelación de recursos, en donde la heurística involucrada es una limitación de recursos disponibles.

**Software de administración de proyectos.** El software de administración de proyectos se usa comúnmente para ayudar en el desarrollo de la programación. Estos productos agilizan el cálculo del análisis matemático y de nivelación de recursos y por lo tanto permiten dar una visión rápida de alternativas de programación. También se usan para la impresión y presentación del desarrollo de la programación del proyecto.

## **SALIDAS DEL DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN**

**Programación del proyecto.** Incluye fechas de inicio y terminación planeadas para cada detalle de actividad.

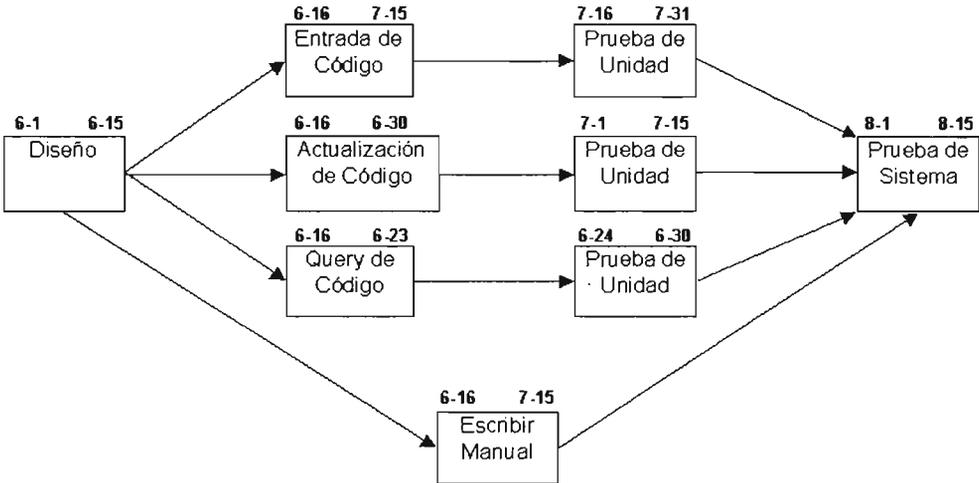
El cronograma se puede presentar de forma resumida (la "programación maestra") o en forma detallada. Aunque puede ser presentado en forma tabular, suele presentarse generalmente de forma gráfica usando uno o más de los formatos presentados a continuación:

Diagramas de red de proyecto, más información de fechas. Su diagrama se muestra en la figura 4.24. Estas gráficas muestran la lógica del proyecto y las actividades de su ruta crítica.

Diagramas de barras o de Gantt. Su diagrama se muestra en la figura 4.25, muestra las fechas de inicio y terminación de actividades y sus duraciones estimadas, pero no muestran sus dependencias. Son fáciles de leer y usan frecuentemente en presentaciones ejecutivas.

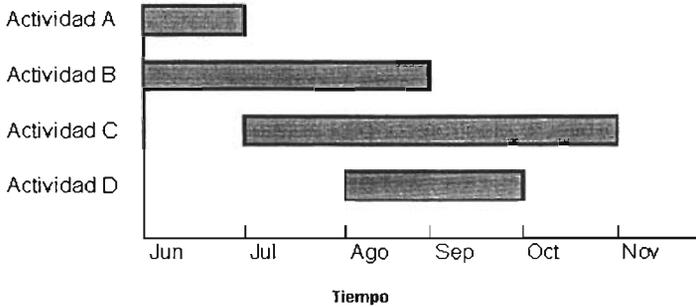
Gráficas de hitos. Su diagrama se muestra en la figura 4.26, son similares a los diagramas de Gantt, pero identifican los comienzos o terminaciones programadas de las principales entregas e interfaces externas claves del proyecto.

Diagramas de red de proyectos en escalas de tiempo. Su diagrama se muestra en la figura 4.27, son una mezcla de los diagramas de red del proyecto y de diagramas de Gantt, de tal manera que muestran una lógica, la duración de actividades y la información de la programación.



Las flechas muestran fechas de inicio y terminación sin información de la hora y día

**Figura 4.24 Diagrama de red de proyecto**



**Figura 4.25 Diagrama de Gantt**

	Fecha de Corte							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Firma de Subcontratos				▲	▼			
Especificaciones finalizadas				▲	▼			
Diseño Revisado						▲		
Ensayo de Subsistemas							▲	
Entrega de Primera Unidad								▲
Plan de Producción Terminado								▲

Figura 4.26 Gráfica de hitos

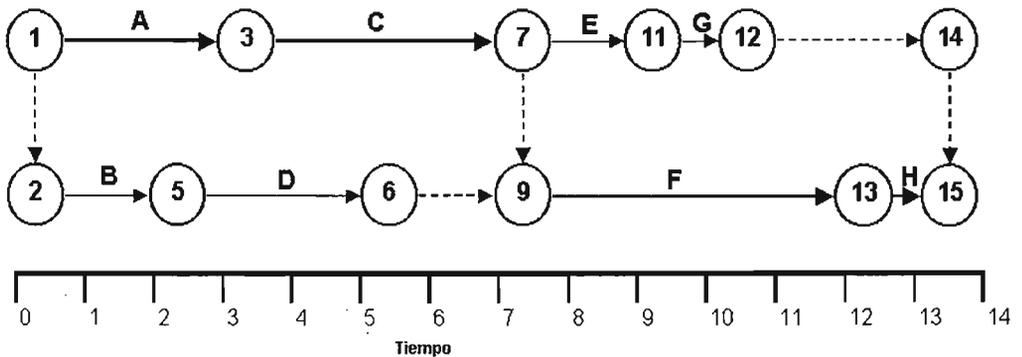


Figura 4.27 Diagrama de red de proyectos a escala de tiempo

1. Detalle de soporte. Incluye escasa documentación en las restricciones y suposiciones identificadas. El detalle adicional necesario varía según el área de aplicación. Por ejemplo:
  - En un proyecto de construcción, probablemente incluirá ítems como histogramas de recursos, proyecciones del flujo de caja y programaciones de ordenamientos de compra y entregas.
  - En un proyecto electrónico, probablemente sólo incluirá histogramas de recursos.

La información que usualmente se incluye como detalle de soporte contiene, pero no se limita a:

- Requerimientos de recursos por unidad de tiempo.
- Programaciones alternativas (por ejemplo, mejor caso o peor caso, recursos con o sin nivelar y con o sin fechas asignadas).
- Reservas de la programación o cuantificaciones de riesgo que se observarán con más detalle (salidas del desarrollo de respuesta de riesgo).

Plan de manejo de la programación. Este define cómo se manejarán los cambios en la programación. Puede ser formal o informal, con gran grado de detalle o basado en forma amplia, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Actualizaciones a los requerimientos de recursos. Las nivelaciones de recursos y actualizaciones de la lista de actividades tiene un efecto en las estimaciones preliminares de los requerimientos de recursos.

#### **4.5.5 Control de la programación**

El control de la programación se preocupa por:

- Influir en factores que hacen cambios en la programación para asegurar que éstos sean benéficos.
- Determinar que la programación se ha cambiado.
- Administrar los cambios actuales cuando y como ocurren. El control de la programación debe estar ligada con los otros procesos de control. Como se describe en el CONTROL GENERAL DE CAMBIOS.

### **ENTRADAS AL CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN**

Programación del proyecto. La programación de proyecto aprobada se conoce también como la línea de base y es parte del plan general del proyecto. Proporciona la base para la medición y reporte del desempeño de la programación.

Reportes de desempeño. Proporcionan información sobre el desempeño de la programación, de tal manera que muestra qué fechas programadas se han cumplido y cuáles no. Los reportes de desempeño pueden alertar al equipo en temas que pueden provocar problemas en el futuro.

Requisiciones de cambio. Las requisiciones de cambio pueden ocurrir de muchas maneras de forma oral o escrita, de manera directa o indirecta, iniciadas de manera interna o externa, por mandato legal o por opción propia. Estos cambios pueden requerir extender el plazo programado o permitir acelerarlo.

Plan de manejo de la programación. Se describe en las SALIDAS DEL DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN**

Sistema de control de cambios a la programación. Define los procedimientos por los cuales la programación del proyecto puede cambiar. Incluye el papeleo, el sistema de seguimiento (*tracking*) y los niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios.

Medición de desempeño. Cuantifican cualquier variación que ocurra. Es una parte del control en la programación, es decidir si la varianza de programación requiere alguna corrección. Por ejemplo, una demora considerable en una actividad no crítica puede afectar poco en el proyecto en general, mientras que un pequeño atraso en una actividad crítica o casi crítica puede requerir de una corrección inmediata.

Planeación adicional. Muy pocos proyectos se desarrollan exactamente de acuerdo a lo planeado. Los cambios bruscos pueden requerir renovación o revisión de duraciones de actividades, secuencias de actividades modificadas o análisis de programaciones alternas.

Software de administración de proyectos. El software de administración de proyectos se describe en las HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN. La habilidad del *software* de seguir las fechas programadas en comparación con las fechas reales y pronosticar los efectos de cambios en la programación, reales o potenciales, hacen que esta herramienta sea un recurso útil para el control de la programación.

## **SALIDAS DEL CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN**

Actualizaciones a la programación. Una actualización de programación es un cambio en la información usada para administrar el proyecto. Las actualizaciones en la programación pueden o no requerir de ajustes en otros aspectos del plan general.

Las revisiones son cambios en las fechas programadas de inicio y finalización en la programación de proyecto aprobada. Estas fechas sólo se revisan en respuesta a cambios en el alcance. En algunos casos, las demoras en la programación pueden ser tan severas que hay que volver a calcular la línea de base, de manera que se puedan aportar datos realistas para la medición de desempeño.

Acción correctiva. La acción correctiva es cualquier cosa para facilitar que el desempeño futuro del proyecto se ajuste a lo esperado en la línea de base de lo planeado. La acción correctiva en la administración del tiempo frecuentemente requiere expedir: acción especial que se toma para asegurar la terminación de una actividad a tiempo o con el menor retraso posible.

Lecciones aprendidas. Las causas de las variaciones, el razonamiento existente detrás de la acción correctiva tomada y otros tipos de lecciones aprendidas del control de cambio al alcance, deberán ser documentadas para que esta información se vuelva parte de la base de datos histórica para este y otros proyectos de la organización ejecutora.

#### 4.6 Administración de los costos del proyecto

Esta etapa es quizá la de mayor riesgo porque influirá en el éxito o fracaso de los proyectos.



La base del triángulo ayudará a cumplir los objetivos.

La administración de proyectos está diseñada para gestionar el control de los recursos de la compañía dentro del tiempo, costo y desempeño

**Factores de éxito en los proyectos por medio del triángulo de triple restricción**

**Definición:** Procedimientos que garantizarán el término de los proyectos dentro del presupuesto. Están clasificados en:

- *Planeación de los recursos.* Determinar la cantidad de materiales, equipo y mano de obra necesarias para realizar las actividades programadas. Antes debe establecerse una Estructura de División de Trabajo<sup>5</sup>.
- *Estimación de los costos.* Cálculo de la cantidad de dinero requerida para adquirir los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. El estimado deberá realizarse al inicio (fase de planeación)
- *Presupuestos.* El costo total del proyecto es distribuido a cada elemento de trabajo para realizar la *línea base* con fines de medición del desempeño.
- *Control de los costos.* Comparación entre los costos actuales y planeados. Es necesario efectuar análisis periódicos para determinar qué tipo de acciones deberán tomarse en caso de imprevistos. Con frecuencia los costos no se controlan, solamente se observan los resultados.

<sup>5</sup> Véase la sección *Planeación*, de este capítulo; donde encontrará información acerca de la planeación de los recursos

Problemas comunes:

#### Planeación de los recursos

- El personal no cubre los requisitos mínimos.
- Los materiales son de mala calidad.
- No existe buena comunicación entre el equipo, administrador de proyectos, gerencia y cliente.
- Los equipos adquiridos son de distintas marcas e incompatibles entre ellos.
- Cultura laboral (Ley Federal del Trabajo, Seguro Social, etc.)
- Falta de experiencia de la persona que realiza la planeación.

#### Estimación de los costos

- Conversión de la moneda. *“El peso pierde terreno frente al dólar”.*
- Volatilidad.
- El proyecto no es financieramente viable.
- No se eligió al mejor postor para el proyecto.
- No fueron considerados los probables riesgos.

#### Control de los costos

- Inestabilidad económica.
- Tasa de inflación elevada.
- El presupuesto no consideró fondos de contingencia.
- No se tomaron acciones correctivas apropiadas.
- No existe control sobre tiempo y costo.

### **4.6.1 Conceptos básicos**

Contabilidad. Procedimientos para registrar, clasificar y analizar las operaciones realizadas por las empresas y obtener e interpretar datos expresados en términos financieros. Sirve como apoyo y fuente de información ante terceras personas.

Contabilidad financiera. Técnica utilizada para producir de manera sistemática y estructurada información cuantitativa expresada en unidades materiales de las transacciones que realiza una entidad económica y de ciertos eventos económicos identificables y cuantificables que la afectan, con el objetivo de facilitar a los interesados la toma de decisiones en relación con esa entidad económica.

Costo. Son los costos directos e indirectos estimados para obtener un precio.

Costo directo. Gasto por generar un bien o servicio (Ej. el costo por recursos humanos, materiales, contratos y apoyo)

Costo indirecto. Costo utilizado para administrar un bien o servicio, como los beneficios complementarios, gastos generales y administración.

Costo total. Suma de los costos directos e indirectos; es decir:

C.T = Costos directos (Rec. Humanos, materiales, contratos y apoyo) + Costos indirectos (Beneficios complementarios, gastos generales y Admón.)

Curvas de aprendizaje. Representaciones gráficas de funciones repetitivas en las que operaciones continuas serán guiadas hacia una reducción en tiempo, recursos y dinero.

Devengado. Avance real del proyecto en precios estimados incluidos en la línea base.

Flujo de capital o flujo acumulado. Cantidad o flujo de capital acumulado de las erogaciones reales del proyecto.

Línea base. Costos del proyecto estimados, considerando **el instante en que se ejecutan las acciones y no cuando son pagados**. Es la base para el control del costo.

Presupuesto. Cuando la cantidad estimada se distribuye en tiempo, De aquí se obtiene la línea base.

#### 4.6.2 Estimando los costos

- Como una base de control. La estimación se prepara como medida de control de los costos en los proyectos (denominada línea base). Los procedimientos de control clásicos consisten en:
  - Estimando el desempeño futuro.
  - Supervisando el desempeño actual.
  - Calculando la diferencia denominada *varianza*.
  - Tomando acciones según el tamaño de la *varianza*. Cuando es muy grande será necesario revisar la estimación.
- Valorando la viabilidad del proyecto. Para determinar si el proyecto tiene el valor esperado, será necesario preparar el estimado de los costos comparándolos con los beneficios estimados. La valoración está dirigida a través de varias etapas en las que la exactitud aumenta (desde las fases de propuesta–inicio, la transición de ésta a las etapas de diseño–aprobación y el paso de ésta a las fases de ejecución y control).
- Obteniendo fondos. Aprobado el proyecto, el siguiente paso será financiarlo. Los fondos son proporcionados comparando el costo estimado con los beneficios esperados (ganancias futuras).

- Manejo del flujo de capital. Obtenidos los fondos e iniciados los trabajos, el proyecto es administrado de manera que el trabajo continúe y no consuma con tanta rapidez la cantidad acordada con las personas que financian el proyecto.
- Asignando los recursos. Los recursos humanos son una clase especial de fondos. Los planes de negocio y su asignación en progreso, junto con la exactitud del estimado aprobado para el proyecto -a juicio de los expertos- serán asignados al proyecto semana a semana, bajo un control estimado.
- Estimando las duraciones. La duración de cada elemento de trabajo se calcula comparando el estimado por el trabajo, basándose en los recursos disponibles. La estimación de los costos forma una entrada hacia una estimación de tiempo que se desarrolla para fines similares al primero.
- Preparando ofertas. La contratación de firmas para ofertar los contratos, requieren antes preparar estimaciones para la oferta. Utilizan el costo estimado de diferentes maneras, por ejemplo:
  - El pronóstico del beneficio o por sustraer el estimado de los costos de precio en el mercado.
  - Calcular los precios por adquirir porcentajes fijos al costo.
  - Para ofrecerlo al cliente (los clientes del sector público exigen informes de costo desglosados).

#### 4.6.2.1 Tipos de estimación

Existen tres métodos: Analógicos (Top-Down), paramétricos y definitivos. La estimación analógica se realiza por comparación, tomando en cuenta la contabilidad, diseño, entregas y horas de representación entre otros... *Lo que se cumple aquí puede no ser igual allá...*<sup>6</sup> El estimado se distribuye por prorateo a partir de proyectos anteriores similares en alcance y capacidad; toma en cuenta los costos catalogados por proyectos anteriores ajustados por capacidad y tecnología.

El método paramétrico está basado en asignar recursos como el costo por equipos, puertos, fibra óptica y mano de obra, entre otros. La técnica más usada es la de *orden de magnitud*; su precisión es de  $\pm 35\%$  dentro del alcance del proyecto utilizando experiencias anteriores (aunque no necesariamente similares) o estimaciones por capacidad como  $\$/N^\circ$  de producto o  $\$/KWH$  de energía eléctrica.

Los estimados definitivos son preparados con especificaciones bien definidas (cotizaciones del vendedor, planes completos, especificaciones, unidades de precio y estimaciones por terminar) Su exactitud es de  $\pm 5\%$ .

---

<sup>6</sup> Estopier Bermúdez David. B. *Administración de proyectos, tomo II*, UNAM Campus Aragón (División de educación continua) Dale Carnegie Training © 2002

Nivel de la EDT	Tipo de estimado	Método de estimación	Precisión
1	Orden de magnitud preliminar	Paramétrico	- 25%, +75%
2, 3	Presupuesto	Analógico	-10%, +25%
4, 5, 6	Definitivo	Grassroots Engineering Buildup	-5%, ± 10%

**Tabla 4.2 Estimaciones estándar de los proyectos**

Algunas compañías utilizan manuales de estimación propios que consideran aspectos extras como: tiempo perdido, limpieza, comida y descansos utilizados en tareas similares y repetitivas que tienen estimaciones ajustadas previamente por un cierto grado de dificultad. Antes de emplear los manuales es necesario asegurarse si son o no viables. La siguiente tabla muestra el contenido de un manual de estimación.<sup>7</sup>

	Contenido
Introducción	
Herramientas principales de planeación	Propuesta y tipo de estimación Costo del equipo catalogado Sistema de datos de inversión autorizados Métodos y procedimientos computarizados
Clase de estimación	Definitiva ( ± 5% de precisión) Costo de capital estimado (± 10%, - 15% exactitud) Apropiación (cantidad asignada al presupuesto para algún fin) Apropiación estimada (±20% - 25% precisión) Viabilidad estimada ( 25% - 35% exactitud) Orden de magnitud ( ≥ 35%) Cartas. Estimados basados en la cantidad de especificaciones y directivas para fijar los precios.
Información requerida	Cuadro de comparación de la información necesaria para preparar los tipos de estimaciones.
Presentación de las especificaciones	Procedimientos generales de estimados Estimación de los procedimientos para evaluaciones definitivas Evaluando los procedimientos para valorar el costo del capital Estimando el curso para estimar apropiaciones Evaluar los procesos para estimar la viabilidad

**Tabla 4.3 Manual de estimación**

#### 4.6.2.2 Componentes del costo

Administración. Costo por concepto de administrar áreas de recursos humanos y nóminas.

Costo de las personas o materiales relacionados con la administración del proyecto. Los costos son atribuidos directamente al proyecto, no a través de tareas específicas.

<sup>7</sup> Tomado de: Kerzner Harold, Op.cit, p. 717

Beneficios complementarios. Costo de los beneficios generados por los recursos humanos que no contribuyen con el proyecto (pagos, vacaciones, prestaciones, incapacidades, etc.)

Costo de la mano de obra. Relacionado con el costo de las personas empleadas por la compañía para ejecutar las tareas del proyecto (incluyendo diseñadores y gente que entrega las facilidades); se mide en términos financieros o por horas–hombre denominándose *contenido de trabajo*. Es una medida del esfuerzo total necesario (independientemente de la duración y número de personas que realizan las tareas). El esfuerzo puede cambiar económicamente a causa de la aplicación de los costos por horas–hombre conocidos para cada recurso.

Costo por materiales. Bienes o servicios consumidos por el proyecto y que serán parte del producto final. Por ejemplo, los proyectos de ingeniería incluyen maquinaria, estructuras, instrumentación y soldadoras; mientras que los Sistemas de la Información (SI) los materiales incluyen hardware, periféricos, software con licencia, hojas codificadas, etc.

Costo por planta y equipo. Utilizados para *entregar las facilidades* que son consumidas o están disponibles para volver a usarse en proyectos subsecuentes. Pueden compararse o adquirirse por contrato, aunque los proyectos solamente pagarán una parte de su nuevo precio; esta clase de costo podría incluir únicamente el generado por planta y soporte de la compañía. Por ejemplo, en proyectos de ingeniería, plantas y equipos incluyen el hardware utilizado por los programadores.

Costo por contrato. Servicios externos como apoyo o parte del trabajo del proyecto como análisis independientes de áreas específicas. Existen costos por subcontratos que incluyen mano de obra y materiales proporcionados por los contratistas externos. El control de los costos debe estar dentro del alcance de la organización.

Costo de apoyo. Relacionado con viajes, pasatiempos y gastos de menor grado.

Contingencia. Monto adicional asignado al presupuesto en caso de imprevistos o posibles riesgos del proyecto. A partir de los riesgos identificados y por la identificación–documentación de las acciones que se deben tomar cuando ocurre un evento de esta índole, podrá determinarse la cantidad adicional que será asignada al presupuesto y se desarrolla un *fondo de contingencia* que estará disponible solamente para una parte del proyecto como problemas técnicos y contratación de una parte del trabajo con una organización más calificada. En proyectos de ingeniería los presupuestos son 10% o 20% mayor que la línea base; los fondos de contingencia no siempre podrán ser *la solución al problema* cuando las desviaciones (varianzas) son muy grandes.

Finanzas. Es el costo más significativo del proyecto; algunos administradores de proyectos siguen ignorando este concepto y lo consideran como un *costo fantasma*. Las finanzas son la única área donde no se obtienen ahorros de capital para el proyecto.

Honorarios y contribuciones. Incluyen seguros, fianzas, acuerdos de licencia e impuestos que podrían considerarse como una clase especial de honorarios.

Inflación. Concepto que debe considerarse en las estimaciones; existen dos factores que con frecuencia son ignorados en proyectos financiados con fondos públicos y en aquéllos donde el costo por materia prima e ingresos son *inflados a la misma proporción*. En el primer caso, los ingresos obtenidos por las contribuciones aumentarán tan rápido como ocurrirá con los costos; de esta manera el proyecto no será una gran carga para el erario. Empero, en el segundo caso el proyecto no tiene ingresos directos y los beneficios serán para la economía nacional, esperando que *crezcan* en términos reales. Cuando se contabiliza el porcentaje de inflación los beneficios obtenidos podrán observarse desde que el proyecto *comience a funcionar mejor que ahora*. Si lo anterior no es ignorado, el impacto servirá para disminuir los costos financieros como un porcentaje del costo total e incrementará los honorarios a medida que el proyecto genere mayores beneficios.

Factores que no debemos ignorar:

- o Se pronostican inflaciones diferenciales entre los costos del proyecto por materia prima e ingresos para contabilizarlos y calcular las ganancias reales del proyecto.
- o Los contratistas preparan las ofertas basándose en precios fijos, considerando la inflación en éstos o por consentimiento con el cliente en incrementar el precio utilizando índices conocidos como *escalamiento*.

Gastos generales. Costo por instalaciones y servicios como luz, agua, teléfono, mantenimiento y supervisión general.

#### **4.6.2.3 Precio que no incurre en el trabajo<sup>8</sup> (*Pricing-out the work*)**

Esta técnica sirve para conseguir mayor control sobre los recursos limitados de compañía, tiene la ventaja de:

1. Facilitando las definiciones completas del trabajo necesario.
2. Establecer redes lógicas con puntos de prueba.
3. Desarrollar la Estructura de División de Trabajo.
4. Fijar precio a la EDT.

---

<sup>8</sup> Si desea conocer más del tema, sugerimos la lectura de las secciones 14.3 a 14.11 del capítulo *Pricing and estimating*, págs. 746 – 770, de la obra anteriormente citada.

5. Revisión de los costos con el administrador funcional.
6. Decidir el curso base de acción.
7. Establecer costos razonables para cada elemento de la EDT.
8. Revisar el curso base del costo con la gerencia.
9. Negociar con el administrador funcional el personal calificado que será contratado.
10. Elaborar cartas de responsabilidades.
11. Desarrollando fines detallados y programas PERT/CPM.
12. Escribir informes resumidos acerca del precio fijado.
13. Documentar los resultados en el plan de contingencia.

Es necesario enfatizar que cada compañía establece sus propias técnicas; los pasos mencionados sólo son un ejemplo de la gran diversidad que existe.

#### 4.6.2.4 Estimando los riesgos

Los riesgos están presentes todo el tiempo y en cualquier momento podrían alterar los objetivos o la ejecución del proyecto; para intentar eludirlos o por lo menos saber qué hacer si ocurrieran, será necesario evaluar los posibles factores de mayor riesgo. Incluyen:<sup>9</sup>

- Malinterpretar la declaración de trabajo.
- Omisiones o definiciones incorrectas del alcance.
- Programas mal definidos o con exceso de optimismo.
- La EDT es errónea.
- Los niveles de habilidad aplicada a cada tarea no fueron los mejores.
- No fueron informados los riesgos.
- fracasos para comprender e informar que los costos han aumentado, así como la inflación.
- Errores al utilizar las técnicas de estimación más adecuadas.
- Errores provocados por utilizar precios anticipados para gastos generales, administrativos y costos indirectos.

Los riesgos del proyecto están clasificados en niveles altos o bajos, dependiendo el impacto.<sup>10</sup> Expertos en la materia coinciden en que ambos niveles difieren entre sí debido a la validez de sus estimaciones históricas. Las industrias de construcción tienen modelos históricos bien definidos para establecer sus propios niveles de riesgo. La siguiente tabla muestra los porcentajes de riesgo para cada nivel de la Estructura de División de Trabajo.

EDT		Precisión (%)	
Nivel	Descripción	Proyectos de alto riesgo	Proyectos de bajo riesgo
1	Programa	± 35	± 75 - 100
2	Proyecto	20	50 - 60
3	Tarea	10	20 - 30

<sup>9</sup> Gran parte de ellos son evidentes cuando el costo ha sido controlado o interviene un sistema de control.

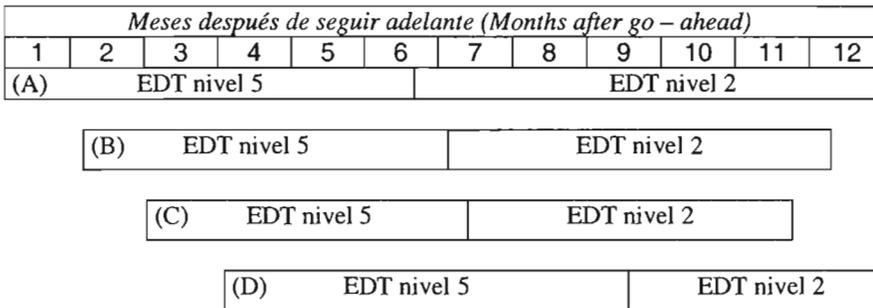
<sup>10</sup> Véase la sección *Administración del riesgo*

4	Subtarea	5	10 – 15
5	Paquete de trabajo	2	5 - 10

Tabla 4.4 Precisiones entre niveles de riesgo alto y bajo

Entre las técnicas más utilizadas en la estimación de proyectos con alto riesgo es la denominada *onda rodante o ventana en movimiento (Rolling Wave or Moving Window)*

*Ejemplo. Considere que tiene a su cargo un proyecto de Investigación y Desarrollo (R&D) de alto riesgo con duración de un año, pero se desea terminarlo en seis meses. Utilizando la técnica de onda rodante se obtiene la siguiente gráfica:*



Los primeros seis meses están bien definidos y estimados dentro del quinto nivel EDT; sin embargo, el esfuerzo para el segundo semestre depende de los resultados obtenidos en el primero. Por lo tanto, la estimación será en el segundo nivel de la EDT para no incurrir en riesgos elevados. Consideremos la segunda etapa (B) y observaremos que la ventana se movió un mes; al término del primer mes será necesario mantener en movimiento la ventana del primer semestre. Las estimaciones del séptimo mes registrarán mejoras desde el segundo al quinto nivel estimado. Lo mismo ocurre en (C) y (D)

Elementos clave para utilizar esta técnica:

- La longitud de la ventana en movimiento varía en cada proyecto; frecuentemente aumenta su tamaño dependiendo la aproximación del flujo (*downstream*) en el ciclo de vida.
- Aumenta su funcionalidad cuando los ejecutivos de la gerencia comprenden su funcionamiento.

Al respecto Kerzner comenta...

*El Sr. Manager escucha solamente un presupuesto y número de programa durante la aprobación del proyecto y podría no darse cuenta de que por lo menos la mitad del proyecto podría tener precisiones en tiempo y costo entre*

*0% y 60% solamente. Cuando utilice esta técnica, los términos plan preliminar y pormenores tendrán el mismo significado.<sup>11</sup>*

#### **4.6.2.5 Contingencias de riesgo**

Elementos de decisión. En la figura 4.28 se muestra un ejemplo de toma de decisión ante los riesgos.

---

<sup>11</sup> Op.cit p. 772

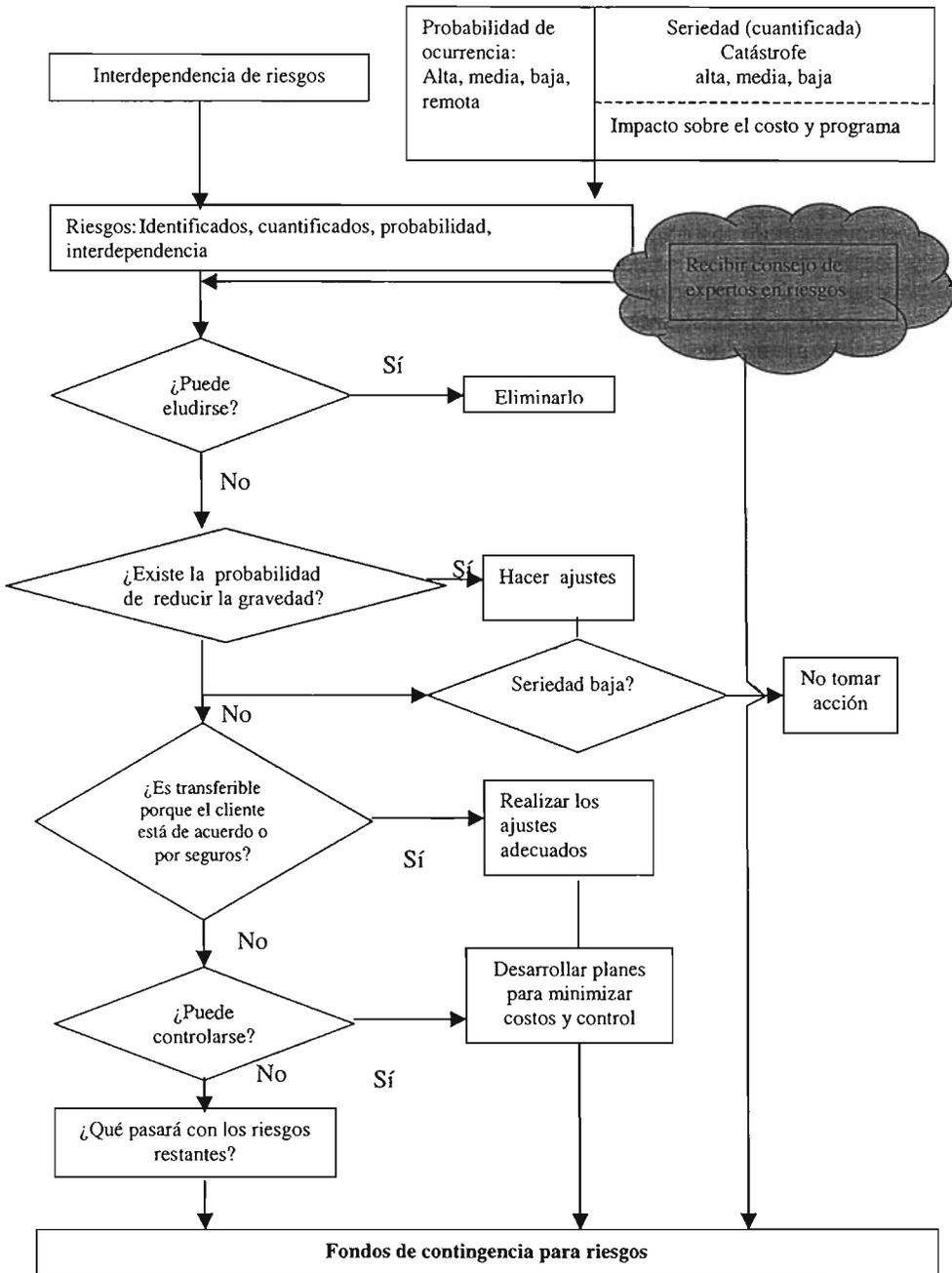


Figura 4.28 Contingencias ante el Riesgo

#### 4.6.2.6 Análisis costo–beneficio

Establece técnicas de planeación y control para conocer los beneficios y costos para cada elemento o concepto e incluye:

Beneficios del proyecto. Planeación y técnicas de control que facilitan la desviación de los objetivos del proyecto, establecimiento de las actividades requeridas, coordinación y comunicación entre las unidades de la organización, determinar la clase, cantidad y sincronía de los recursos necesarios, reconocimiento de los elementos de mayor riesgo, valoración de las incertidumbres, sugerir cursos de acción alternativos, identificar problemas potenciales, resolver problemas, tomar decisiones y asegurar el acoplamiento entre planeación y control.

Costo del proyecto. Técnicas de planeación y control que requieren nuevas formas o sistemas de información de fuentes adicionales, incremento de procesos (ej. el costo por computadoras), personal extra, pequeños lapsos de control o tiempo necesarios para planeación y técnicas de control (ej. el incremento de los gastos generales. En el capítulo 6 abordaremos con más detalle este tópico).

##### 4.6.2.6.1 Eligiendo los criterios económicos del proyecto

Los administradores de proyectos toman las decisiones (junto con la gerencia) basándose en los análisis de costo-beneficio y así determinar si el proyecto es o no viable para la empresa; muy pocas compañías se aventuran a aprobar proyectos donde el costo excede a los beneficios. El proceso de identificar los beneficios financieros y no financieros de los proyectos se conoce como *presupuesto del capital*. Este método auxilia a las organizaciones en la toma de decisiones para evaluar los proyectos y adquisiciones de activos fijos, como edificios, maquinaria y equipo. Los elementos más comunes utilizados por esta técnica son:

Periodo de reembolso. Considerado como *la longitud exacta de tiempo que una firma necesita para recobrar su inversión inicial en la afluencia de capital calculado*. Su precisión es mínima debido a que el cálculo se efectúa en dólares, en vez de considerar los ajustes del valor de la moneda.

Ejemplo. Considere la siguiente información para un proyecto X:

Inversión mensual	Afluencia del capital esperado				
	1er. año	2° año	3er. año	4° año	5° año
10,000 USD	1,000 USD	2,000 USD	2,000 USD	5,000 USD	2,000 USD

El proyecto debe concluir en 5 años y el periodo de reembolso será dentro de 4 años. Suponiendo que en el cuarto año la afluencia de capital será 6,000 USD en vez de 5,000 USD, el periodo de reembolso cambiará a tres años y diez meses; aunque el valor actual de los 5,000 USD será diferente dentro de cuatro años debido a factores como la inflación, deuda externa, depreciación de la moneda, alza de precios y cese masivo de personal, entre otros.

Estos factores limitan el uso de esta técnica a servir como un suplemento para otros métodos.

Tiempo de valor del dinero. *Todos sabemos que un dólar en este momento tiene mayor valor que dentro de un año, porque el valor del capital cambia a través de los años. Matemáticamente:*

$$F_v = P_v(1+k)^n \quad \text{Donde:} \quad \begin{array}{l} F_v = \text{Valor futuro de la inversión} \\ P_v = \text{Valor presente} \\ k = \text{Costo del capital} \\ n = \text{Número de años} \end{array}$$

Ejemplo. Una inversión generará rendimientos de 1,000 USD de aquí a un año. ¿Cuál es el valor actual cuando el costo de capital es 10%?

$$P_v = \frac{F_v}{(1+k)^n} = \frac{\$1000}{(1+0.1)^1} = \$909$$

Con una tasa de interés del 10% no sería conveniente invertir más de 909 USD para obtener ganancias de 1,000 USD de aquí a un año. La solución es reducir el valor actual en 875 USD para que la tasa de interés rebase el 10%.

Descartando los flujos de capital, podremos evaluar mejor el valor de la inversión. (Para fines comparativos) Imaginemos que una firma nos presenta dos proyectos denominados *A* y *B*. La inversión "A" generará 100,000 USD en un plazo de dos años, mientras que la otra inversión producirá 110,000 USD de aquí a tres años. Si el costo del capital es 15%, ¿cuál de las dos inversiones será más viable?

Utilizando las fórmulas anteriores, el valor presente de la inversión "A" es 75,614 USD y para la inversión "B" 72,327 USD. Comparando los resultados observamos que la primera inversión es la mejor opción para la firma.

Valor presente neto. Considera los flujos de capital deducidos junto con la inversión inicial, usando la siguiente fórmula:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{F_{v_i}}{(1+k)^i} \right] - I \quad \begin{array}{l} NPV = \text{Valor presente neto} \\ F_v = \text{Valor futuro de la afluencia de capital} \end{array}$$

II = Inversión inicial

k = Tasa de descuento igual al costo de capital para la firma

Ejemplo: La empresa GSSI planea un proyecto con la Secretaría de la Reforma Agraria para instalar sistemas de seguridad en sus instalaciones en un plazo de cinco años. La inversión inicial será de \$10,000; mientras que la afluencia de capital esperado para cada año es la siguiente:

Inversión inicial	Afluencia de capital esperado				
	1er. año	2° año	3er. año	4° año	5° año
\$10,000	\$1000	\$2000	\$2000	\$5000	\$2000

Con esta información y suponiendo que la tasa de descuento es de 10%, GSSI obtuvo el cálculo del valor presente neto para cada año. Los resultados obtenidos son:

Año	Afluencia de capital (\$)	Valor presente neto (\$)
1	1000	909
2	2000	1653
3	2000	1503
4	5000	3415
5	2000	1242
	Valor presente de la afluencia de capital:	8722
	Última inversión (II):	<u>10 000</u>
	Valor presente neto = 10 000 – 8722 = 1278	1278

La afluencia de capital deducido al valor presente no recobrará la inversión inicial (considerando que es una mala inversión); sin embargo, el reembolso actual será mayor que el esperado en cinco años.

#### Criterios de decisión para el valor presente neto:<sup>12</sup>

- Cuando el valor presente es mayor o igual a \$0, el proyecto es aceptado (Los valores positivos indican que la compañía se beneficiará con cantidades iguales o mayores al costo de capital)
- El valor presente neto es menor a \$0 el proyecto se rechaza

Con frecuencia es necesario determinar entre varios proyectos cuál debe elegirse; el desarrollo de análisis de riesgo resolverá este dilema. Los análisis de riesgo en el presupuesto del capital dependen casi por completo en la exactitud por predecir las afluencias de capital desde el momento en que la inversión inicial tiene un cierto grado de certeza conocido. Las afluencias se sujetan en proyecciones de ventas, impuestos, costo de materia prima, tasas por mano de obra y condiciones económicas generales.

<sup>12</sup> El valor presente neto considera que la afluencia de capital vuelve a invertirse en el costo del capital.

Los análisis de riesgo pueden evaluarse utilizando *análisis sensitivos*. Es la estimación aproximada del valor presente neto basado en inversiones optimistas o mejor caso, los más probables (valor esperado) y pesimista (peor caso).

Inversión inicial	Proyecto A	Proyecto B
	\$10 000	\$10 000
Optimista	\$8000	\$10 000
Más probable	\$5000	\$5000
Pesimista	\$3000	\$1000
Variación	\$5000	\$9000
	Valor presente neto	
Optimista	\$20 326	\$27 908
Más probable	\$8 954	\$8 954
Pesimista	\$1342	\$6209
Variación	\$18 984	\$34 117

**Tabla 4.5 Análisis de sensibilidad**

De los valores obtenidos en la tabla, observemos que ambos proyectos requieren la misma cantidad de inversión inicial, el costo del capital es 10% y la afluencia de capital esperado a cinco años de \$5,000/año. El proyecto "A" tiene menor valor presente neto comparado con el proyecto "B"; por lo tanto el primero tiene menos riesgo. El proyecto "B" aunque es más riesgoso, la ganancia sería de \$27,908 (a diferencia del otro proyecto que solamente generará \$20,326). Quienes aman los retos o poseen vasta experiencia, considerarían que el segundo proyecto es la mejor opción.

Depreciación. Reducción de valor que registran activos fijos como maquinaria, edificios y equipo debido al desgaste natural (físico) o extraordinario (obsolescencia) al que está sujeto. Puede calcularse por varios métodos; los utilizados para Telecomunicaciones son:

*Línea recta.* Se considera una depreciación uniforme en función del tiempo; es el método más empleado por las Telecomunicaciones.

Ejemplo. Indique la depreciación anual para una maquinaria que tiene un valor inicial de \$9,500 M.N y su valor de desecho en 10 años está estimado en \$300 M.N

$$\text{Depreciación} = \frac{V_o - V_d}{p} \quad \text{donde: } V_o = \text{Valor actual}$$

$$V_d = \text{Valor de desecho}$$

$$p = \text{Vida útil probable}$$

$$\text{Depreciación} = \frac{9500 - 300}{10} = \$920 \quad \text{anuales}$$

$$\% \text{depreciación} = \frac{920}{10000} = .092 \quad \text{o } 9.2\% \text{ anual}$$

*Basándose en producción.* La depreciación se calcula en función de la producción por unidad que realiza:

Ejemplo. Indique la depreciación anual para una máquina cuyo valor inicial es de \$9,500 y después de haber rendido una producción de 1,000 unidades, su valor de depreciación está estimado en \$300

$$\text{Depreciación} = \frac{V_o - V_d}{\text{Unidades a producir}} = \frac{9500 - 300}{1000} = 9.2 \text{ depreciación por cada } 1000 \text{ unidades}$$

$$\% \text{ depreciación} = \frac{9.2}{10000} = .09\% \text{ por cada } 1000 \text{ unidades}$$

Cargo decreciente. Se calcula una tasa fija para aplicarla sobre el valor decreciente obtenido, restando el valor original del activo; el importe de la depreciación durante el primer ejercicio, se resta la depreciación del segundo ejercicio y así sucesivamente

Ejemplo. Una máquina costó \$17,000 y se calcula una vida probable de 15 años, al final de los cuales se estima un valor de desecho de 5% de su valor original. Se desea conocer el porcentaje fijo de su depreciación anual hasta llegar a su valor de desecho.

$$T = 1 - \sqrt[15]{\frac{V_d}{V_o}} = 1 - \sqrt[15]{\frac{850}{17000}} = 18.10\% \text{ depreciación anual}$$

Al primer año el valor neto al principio del ciclo es \$17000, la depreciación anual \$3077.67 y la depreciación acumulada \$3077.67. El cálculo sigue hasta “n” años. Si continuamos los cálculos, los valores serán \$11401.84, \$2064.18 y \$7662.34 para el valor neto al principio del ciclo, depreciación anual y acumulada respectivamente.

### 4.6.3 Tiempo, Costo y Calidad

A medida que las tareas incrementan su repetición, el tiempo estimado disminuye al igual que la calidad. Por ejemplo una persona está encargada de construir sillas y debe armar determinado número de ellas por día. Los primeros días realiza su trabajo con mucho cuidado, revisa meticulosamente cada silla que produce y concluye a tiempo la cantidad establecida por día.

Pasan los días, semanas y el trabajador comienza a cansarse y hartarse de su tarea porque se ha vuelto monótona, espera la hora de la salida o intenta terminar las sillas al “*ai se va*” para llegar a su casa más temprano que de costumbre. La calidad de las sillas ya no es la misma de antes; ha perdido el interés por su trabajo.

Cuando el programa de actividades es inflexible, el administrador de proyectos estará en el dilema sobre qué deberá sacrificar: ¿costo o calidad?

Aunque a medida que los costos se reducen, en cierto grado lo hará también la calidad. Por ejemplo, cuando el presupuesto estimado es muy elevado, los ejecutivos podrían sacrificar algo de calidad para conservar el presupuesto en niveles aceptables. El problema será decidir cuánta degradación de calidad es tolerable.

Presupuesto

Costos del proyecto	85 – 90%	10 – 15%
Calidad tangible	10%	90%

Tiempo →

**Tabla 4.6 Relación entre Tiempo, Costo, Calidad**

Del 85% al 90% del presupuesto genera 10% de calidad y el 10%-15%, el 90% restante de la calidad en el tiempo estimado

**4.6.4 Costo del ciclo de vida (Life-Cycle Costing -LCC-)**

Es el proceso de estimar y acumular los costos totales de una organización por la propiedad y adquisición de productos sobre toda su vida. El LCC es muy importante en compañías donde la planeación y el costo desarrollado son extensos (ej. el diseño de un nuevo avión de línea), o productos grandes que fueron dejados a causa del costo (como el decomiso de las instalaciones de un generador nuclear)

**Objetivos del LCC**

- Ayuda a desarrollar un significado del costo total asociado con el producto a fin de identificar los beneficios devengados durante el activo y fabricación. El LCC reconocerá los productos que no generan beneficios cuando son construidos dentro del proceso de evaluación del producto.
- Porque es una consideración comprensible de los costos, el costo del ciclo de vida identificará las consecuencias del costo del producto que incitará a tomar acciones para eliminarlos o disminuirlos.
- Auxilia en la identificación de la planeación y pérdida o decomiso de los costos durante la fase de diseño de los procesos del producto a fin de administrar y controlar los costos de esa fase (ej. varios diseños o procesos cuando terminan, pueden mantener el mismo costo del producto o procesos de diseño para un nivel de calidad y funcionalidad) Sin embargo, uno de los productos o procesos o proceso de diseño, ofrece ventajas cuando los costos por desarrollo y decomiso son considerados.

En resumen el costo del ciclo de vida proporciona una contabilidad coherente de los costos del producto. Es muy útil para que los encargados de tomar las decisiones comprendan las consecuencias (en costo) que tendrá la fabricación de su producto. También es usado en áreas donde los esfuerzos por producir los costos son deseables y efectivos.

El LCC incluye costos para:

- Investigación y desarrollo (Research & Development -R&D-)
- Producción
- Construcción
- Operación y mantenimiento
- Retiro del producto y costo decomisado o fuera de fase (*phaseout*)

Los costos para investigación y desarrollo son generados por estudios de viabilidad, análisis costo-beneficio, detalles y desarrollo de los diseños, fabricación, ensamble, prueba de los modelos de ingeniería, evaluación inicial del proyecto y documentación, modelos producidos, operación y mantenimiento de la capacidad de producción, prueba y desarrollo de equipos para soporte, partes de reserva y desarrollo de información técnica y capacitación. En construcción interviene el costo de una nueva fabricación o actualización de las estructuras existentes para ajustes de producción y operación del apoyo requerido. La operación y mantenimiento incluye el costo por mantener personal de operación y equipos de soporte (partes de reserva y reparación deberán considerarse en el inventario), prueba y mantenimiento de ellos, su transportación y manejo, modificaciones y cambios en la información técnica. Finalmente, retirar del inventario equipos viejos o gastados, generará costos por retiro del producto.

#### **4.6.4.1 Análisis del Costo del Ciclo de Vida**

Incluye los procesos para evaluar varias alternativas de acción temprana del proyecto, con el objetivo de escoger la mejor manera de emplear recursos escasos.

El análisis incluye:

- Definición del problema (qué información se necesita)
- Establecimiento de los requerimientos del modelo de costo utilizado
- Reuniendo la información histórica relacionada con el costo
- Desarrollo de estimaciones y prueba de resultados

Beneficios:

- Proporciona flujo de recursos que impactan la visibilidad
- Facilita la administración del LCC
- Influye en la toma de decisiones en investigación y desarrollo
- Soporta flujos de presupuesto estratégicos

Limitantes:

- o El producto tiene un ciclo de vida finito

- o Costo de ejecución elevado (no es apropiado para bajo costo y volumen de producción)

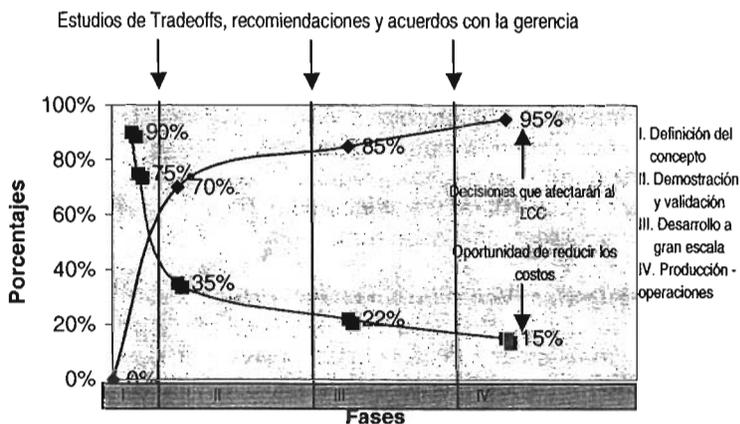


Figura 4.29 Fases del ciclo de vida del Departamento de Defensa en EU

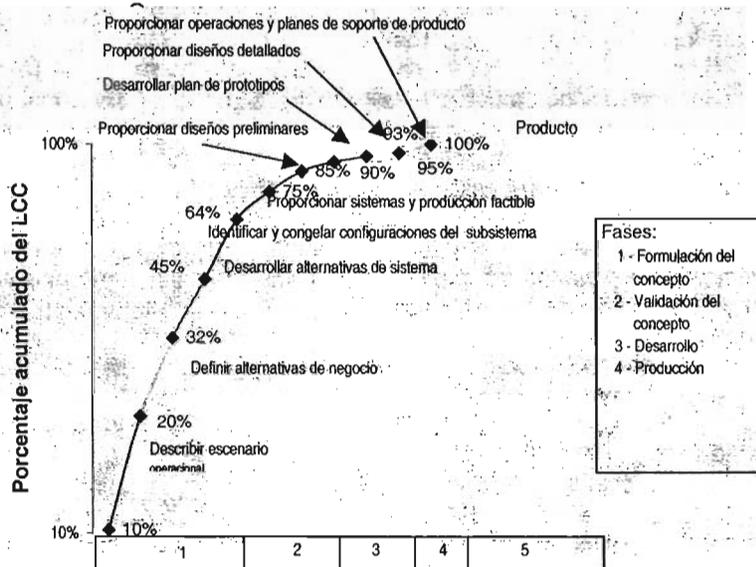


Figura 4.30 Acciones que afectan al costo del ciclo de vida de los proyectos

por cambios en los requerimientos

Al término de las fases de demostración y validación de la figura 4.29, el 85% de los costos que alterarán el costo del ciclo de vida y la oportunidad de reducir los costos está limitado a un 22% (excluyendo los efectos de la curva de

aprendizaje) En la figura 4.30 observamos que al concluir la fase de R&D, el 95% del LCC acumulado está a cargo del gobierno de Estados Unidos.<sup>13</sup>

Errores que ocurren a menudo en los análisis del costo del ciclo de vida:

- Pérdidas u omisión de información
- Carencia de estructuras sistemáticas
- Información mal interpretada
- Técnicas erróneas o mal utilizadas
- Concentrarse en hechos insignificantes
- Errores para valorar y fijar incertidumbres
- Estimando asuntos incorrectos

#### **4.6.5 Ingeniería del valor (Value Engineering –VE-)**

Su principal meta es encontrar la máxima inversión de costo necesario para realizar desempeños técnicos con formalidades específicas; está encaminado a encontrar y conseguir estar exento de cualquier aspecto relacionado con diseños innecesarios, a la vez que mantiene y mejora el desempeño de la calidad en los procesos y plantas que lo requieran. Es utilizado principalmente en procesos industriales (ej. en fabricación de autos)

Los ingenieros, contratistas y responsables del diseño y construcción de plantas que intervienen en los procesos industriales han intentado reducir los elevados costos de inversión en nuevas tecnologías (que involucran cambios fundamentales en sus diseños) y se encuentran en la disyuntiva de emplear material de construcción barato o reducir las normas de ingeniería. Para evitar este dilema se desarrolló un esquema denominado *Principios de la Administración de proyectos en las etapas de diseño o valor del proyecto* como una alternativa opcional y que a juicio de los expertos es de gran utilidad. Las recomendaciones que proponen son:

- Desarrollar procesos *in house* en ingeniería de diseño y habilidades para estimar los costos.
- Mejorar la definición funcional del alcance del proyecto y opciones de diseño.
- Establecer conceptos de diseño claros, eliminar los diseños innecesarios y sus posibles cambios incluyendo esfuerzos aleatorios y costos. Eliminar los costos no es la mejor opción; al contrario, es contraproducente.
- Establecer o definir normas de calidad definitivas y asegurarse de reunir todas.

#### Presupuestos del proyecto

---

<sup>13</sup> N. Harold Kerzner [Ibid. p. 779 –784 sección 14.19 *Life-Cycle Cost LLC*] aborda ampliamente el tema. Si se desea conocer más, exhortamos a la lectura de este apartado.

Es la línea base para medir y comparar la diferencia entre los recursos actuales y planeados para el proyecto.

Objetivos del presupuesto:

- *Prevención.* Contar con los recursos necesarios para su desarrollo y ejecución.
- *Planeación.* Planificación unificada y sistematizada de las probables acciones a partir de los objetivos trazados.
- *Coordinación o integración.* Compagina estrecha y coordinadamente todas las secciones para que cumplan con los objetivos de la entidad.
- *Dirección.* El presupuesto ayudó en las políticas establecidas para la toma de decisiones con buenas bases para guiar a los subordinados
- *Control.* Compara los presupuestos y resultados obtenidos permitiendo analizar y estudiar las diferencias para realizar superaciones y correcciones.

En cualquier presupuesto para proyectos es necesario considerar los costos organizándolos por categorías, las más comunes son:

Costo bruto. El costo real de los bienes y servicios.

Costo esencial (indirecto, general o de administración). Porcentaje del costo bruto distribuido por la organización, como el costo mínimo del proyecto.

Costo básico. Aquellos que incluyen costos indirectos como porcentaje del costo bruto.

Costo total. Costos dentro de las categorías para el proyecto.

Ganancias. Porcentaje del costo total del proyecto.

Precio total. Cantidad que el cliente pagará por el proyecto.

Reservas de administración. Capital autorizado por la jefatura administrativa u oficina de proyectos para determinar todas las categorías, problemas y contingencias resultado de un trabajo que está fuera del alcance; también es útil en tareas como tasas de cambio (excepto para resolver conflictos provocados por malas estimaciones), planeación o presupuestos excesivos.

*Tabla 4.7 Categorías para los costos en un presupuesto \**

Costo bruto Y categorías	Costo bruto**	Carga de costo esencial	Costo básico	Costo total	Ganancia	Precio total
Mano de obra 1,202 horas @ 45 USD/h	54090.00	0.87 (a causa de los beneficios	47058.30	101149.17	0.24	125424.97

		complementarios)				
Materiales (Suministros)	2100.00	0.09 (cobro por manejo)	189.00	2289.09	0.24	2338.47
Servicios (Limpieza)	200.00	0.57	114.00	314.57	0.24	390.07
Contratos (Renta de computadoras)	450.00	0.17	76.50	526.67	0.24	653.07
Totales del proyecto	56840.00	N/A	47437.80	104279.50	N/A	129306.58

\* Fuente: Cleland David. *Manual portátil del administrador de proyectos*. McGraw Hill, p. 274

\*\* Algunas compañías utilizan un costo básico por mano de obra y costo bruto para materiales, contratos, servicios y otros costos indirectos.

#### Premisas para la ejecución del presupuesto:

1. Es aprobado al término de la fase de planeación.
2. Los costos de planeación no son registrados detalladamente; probablemente aparezcan como cantidades globales. Estos serán los costos reales del proyecto y representan la inversión del trabajo final.
3. Aprobado el presupuesto, debe ejecutarse mediante una declaración de que el trabajo puede iniciar y que los costos serán asignados al presupuesto del proyecto o por medio de paquetes de trabajo autorizados; éstas permitirán solamente los cobros por paquetes de trabajo específicos. Además, existirán autorizaciones generales en las que el personal tenga autorización para trabajar en cualquier parte del proyecto.
4. Durante el avance del trabajo son recopilados los gastos, reduciendo el presupuesto por la cantidad real de gastos. Se realizan análisis sobre las variaciones entre los gastos planeados y reales (la línea base); en caso contrario deberán adoptarse medidas correctivas.
5. Los aspectos más importantes en la administración de los costos son la proyección a futuro y la determinación del costo neto del proyecto basado en la precisión del plan.

#### **4.6.6 Control del costo**

Encargado de supervisar los cambios en el presupuesto y mantenerse preparado para tomar decisiones oportunas *antes de que sea demasiado tarde*.

La administración del costo incluye:

- Estimación de los costos
- Contabilizando los costos

- Flujos de capital del presupuesto
- Flujos de capital de la compañía
- Extendiendo recibos de contrato
- Autorizando el trabajo para su planeación
- Avalando la estructura de división de trabajo
- Programando fechas
- Análisis costo–beneficio
- Costo por mano de obra
- Tasa o razón de costos generales
- Control simultáneo de costo y tiempo
- Control de cambios en el presupuesto
- Comunicación e integración

Elementos clave para mantener control efectivo sobre costo y tiempo:

1. Realizar una buena planeación del trabajo.
2. Efectuar revisiones y estimaciones basadas en costo, tiempo y mano de obra necesarias para terminar el trabajo pendiente.
3. Establecer canales de comunicación y administración de la integración que contengan: Reuniones semanales del equipo para discutir la agenda de trabajo, tiempo y toma de decisiones; conocer el avance de los trabajos y reuniones periódicas con la gerencia para informar el estado del proyecto.

#### ¿Por qué un control de costos?

El objetivo es comparar tiempo, costo y desempeño actuales con los planeados (recordemos que los tres elementos forman un solo proceso), dando por resultado la *línea base del costo*, que será de gran ayuda para evaluar cuánto se ha desviado el valor actual de lo determinado; las desviaciones (denominadas *varianzas*) deben considerarse en tiempo y costo para que los administradores de proyectos tomen acciones correctivas sin perder recursos.

El control del costo indicará si las normas y términos usados fueron o no los correctos. Las curvas de aprendizaje representarán un papel muy importante en los costos. Figura 4.31

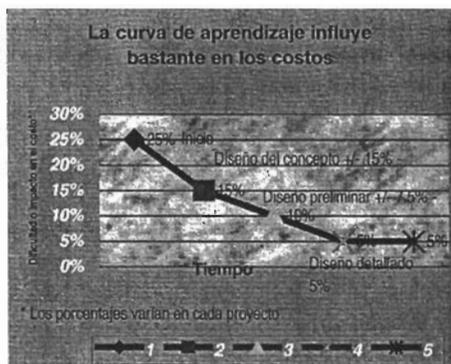


Figura 4.31 Curva de aprendizaje para el costo

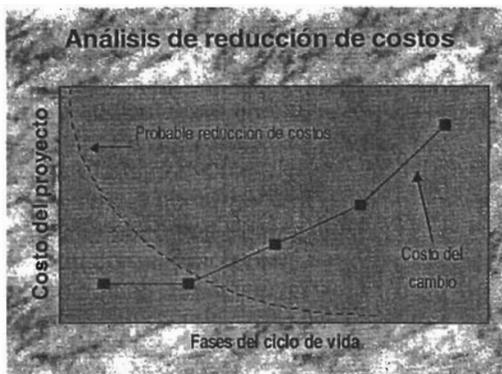


Figura 4.32 Análisis de reducción de costos

En la figura 4.32 observemos que en las primeras fases del ciclo de vida los costos del proyecto podrían disminuirse, pero en las fases sucesivas la probabilidad de que ocurra se reduce. La variación en el flujo (*downstream*) del costo de cambio excedería fácilmente el costo planeado para el proyecto; esto se conoce como *efecto iceberg* donde los problemas son detectados muy tarde para poder resolverlos con facilidad y el costo por internarlo será muy grande.

#### Elementos que originan problemas en el control del costo:

- Estimaciones deficientes.
- Presiones del mercado.
- Cambios en el alcance.
- El cliente no puede llevar un control.
- El proyecto es complejo.
- Fugas de capital.
- Las normas empleadas no fueron las mejores.
- Falta de coordinación entre el administrador de proyectos y el equipo de trabajo.
- No existen canales de comunicación apropiados entre el administrador de proyectos, la gerencia y el equipo de trabajo.

#### **4.6.7 Varianzas y método del valor devengado (EVM)**

La varianza se define como cualquier programa, ejecución técnica o desviación del costo de un plan específico empleada para verificar presupuestos y programa de actividades. Existen varianzas para costo y programa; ambas deben compararse una a otra, porque:

- La varianza del costo solamente compara las desviaciones provenientes del presupuesto, no es una medida de comparación entre el trabajo programado y el efectuado.

- La desviación del programa facilita la comparación del desempeño planeado con el actual (no incluye los costos)

El método del valor devengado (Earned Value Method –EVM-) indica la cantidad de dinero que debería desembolsarse con el avance actual del proyecto; es decir, ¿cuánto debemos gastar con lo que llevamos? El EVM incluye:

- El avance real (devengado)
- Los costos reales del proyecto.
- Variaciones en el calendario de eventos (programa de actividades)

### Variables que intervienen en el cálculo de varianzas y EVM

- Costo presupuestado para el trabajo programado (Budgeted Cost for Work Scheduled –BCWS-) Cantidad presupuestada del costo por el trabajo programado más la cantidad o nivel de esfuerzo o esfuerzos programados y repartidos proporcionalmente que serán realizados en un periodo de tiempo dado. El BCWS suele nombrarse también *Costo programado o costo planeado (Scheduled cost)*
- Costo presupuestado del trabajo realizado (Budget Cost for Work Performed –BCWP-) Monto presupuestado por el trabajo efectuado más el presupuesto por el nivel de esfuerzo o actividades relacionadas de manera proporcional completados dentro de un periodo de tiempo.
- Varios autores denominan al BCWP como *valor devengado*. Desde ahora asumiremos que BCWP y EVM son sinónimos.
- Costo actual del trabajo realizado, acumulado o Flujo actual del dinero (Actual Cost for Work Peformed, Accrural, The actual cash flow –ACWP-) Cantidad reportada como gasto real o actual del trabajo efectuado dentro de un periodo de tiempo. Este es el costo real del proyecto.

Para el cálculo de varianzas utilizaremos las siguientes expresiones:

#### 1. Desviación del costo:

$$\text{Variación del costo} = \text{BCWP} - \text{ACWP},$$

$$\% \text{ variación del costo} = \text{Variación del costo} / \text{Devengado}$$

Las unidades son en términos monetarios (\$, USD, etc.). Cuando la varianza es positiva indicará que existe una condición de gasto mínimo (*underspend*) en el proyecto. Si es negativa, indicará que los costos han excedido lo planeado (*overspend*) y será necesario revisar los estimados para determinar la causa y acciones a tomar.

#### 2. Desviación del plan:

$$\text{Varianza del programa} = \text{Devengado} - \text{Costo programado}$$

$$\% \text{ variación del programa} = \text{Variación del programa} / \text{Planeado}$$

Las varianzas se miden en días, semanas o cantidades monetarias.

Cuando la desviación es negativa, indica condición de retraso en el programa (*vehind-schedule*). Al respecto, Turner comenta:<sup>14</sup>

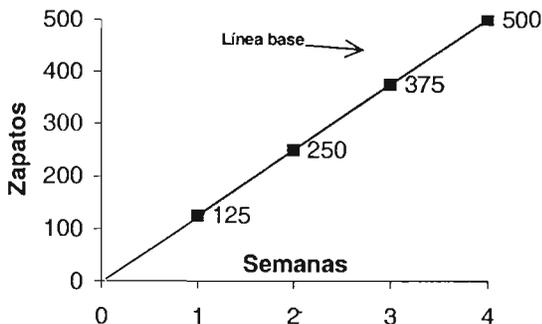
*Aparentemente no tiene sentido comparar los costos planeados con los actuales. Si el costo actual es menor que el costo programado no significa que el proyecto tenga bajos gastos (underspend) o que se haya retrasado en tiempo, solamente muestra que es la comparación entre el valor devengado y el costo actual; éstos indicarán si el proyecto ha consumido poco o demasiado costo. Esta comparación también nos dice si el proyecto está adelantado o retrasado en tiempo. Si el valor devengado es mayor al costo planeado, significa que el proyecto terminará antes del tiempo planeado; en caso contrario el proyecto estará en promedio retrasado... Entendamos por promedio a que lo anterior no proporciona información sobre los progresos en la ruta crítica...*

En lo sucesivo usaremos los términos *variación del plan* y *variación del programa* como un mismo concepto.

Ejemplo. Una fábrica produce 500 pares de zapatos a \$100 cada par en cuatro semanas. El estimado es:

$$\frac{500 \text{zapatos}}{4 \text{semanas}} = 125 \text{ pares por semana}$$

Estimación = (# producción)(costo) = (500 pares)(\$100) = \$50,000

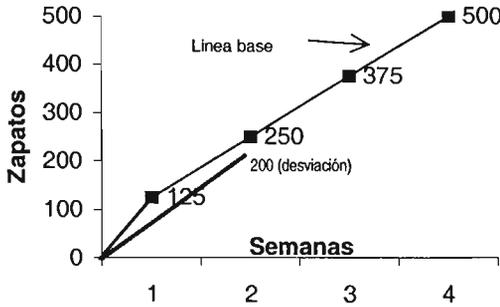


Semanas	Costo planeado
1	\$12 500
2	\$25 000
3	\$37 500
4	\$50 000

(125 pares /semana)(\$100) = \$12,500 / semana

<sup>14</sup> Turner J. Rodney *The Handbook of Project – Based Management*, 2° edition 1999, McGraw Hill, 538p [págs. 194 y 195]

En la segunda semana debieron producirse 250 pares, al evaluar este periodo encontramos que solamente se fabricaron 200 pares (equivalente a \$20,000); este valor es el devengado. Comparando los valores anteriores con los planeados, observamos que el trabajo se retrasó en tiempo (condición de behind-scheduled). Gráficamente obtenemos los siguientes resultados:



Supongamos que se gastaron \$23,500 para efectuar el cálculo de las desviaciones:

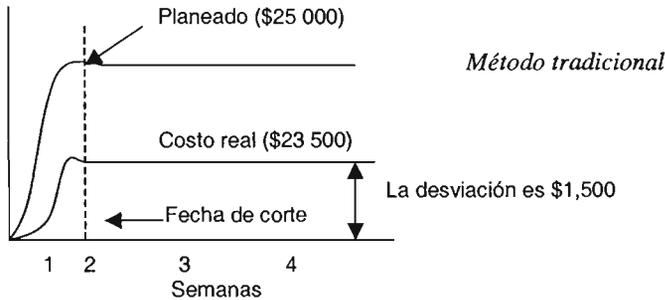
$$\text{Variación del programa} = \text{EVM} - \text{Planeado} = 20,000 - 25,000 = \$5,000$$

$$\% \text{ var. Plan} = \frac{\text{Var. plan}}{\text{Planeado}} = -\frac{5000}{25000} = -20\%$$

$$\text{Variación del costo} = \text{Devengado} - \text{Actuales} = 20,000 - 23,500 = -\$3,500$$

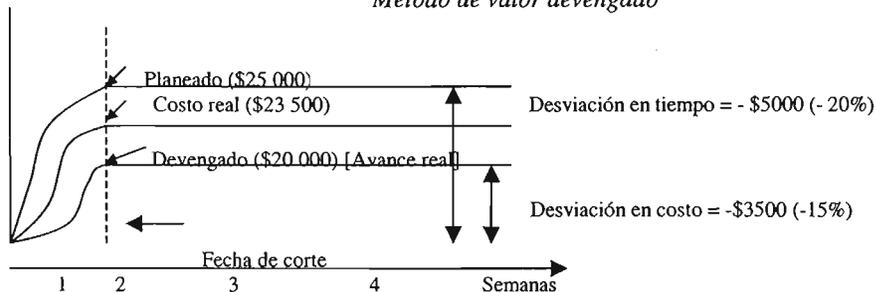
$$\% \text{ var. Costo} = \frac{\text{Var. costo}}{\text{Devengado}} = -\frac{3500}{23500} = -14.89\% \approx -15\%$$

Anteriormente (en la manera tradicional) los administradores de proyectos analizaban la desviación del costo planeado y costo real por separado. Utilizando los datos del ejemplo anterior obtuvimos:

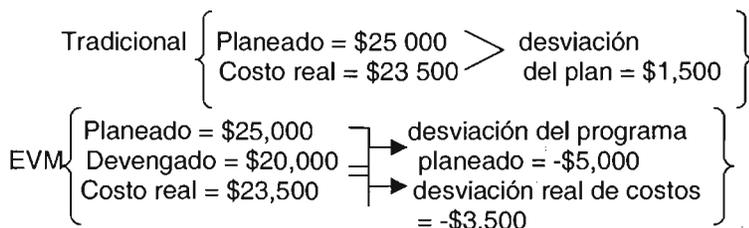


Aparentemente el costo actual no ha rebasado al monto planeado. Comparándolo con el devengado, la gráfica anterior cambia a:

*Método de valor devengado*



Observemos los resultados obtenidos por ambos métodos:



La principal diferencia entre ambos métodos reside en que el tradicional utiliza costo y tiempo por separado, mientras que en el EVM uno y otro es un solo proceso, facilitando el control de los costos. Los resultados del método tradicional suelen ser muy engañosos.

Cada compañía utiliza las varianzas de diferente manera, apoyándose en los siguientes elementos:

- Fases del ciclo de vida
- Tamaño del proyecto
- Tamaño o duración de cada fase
- Tipo de estimación
- Precisión del proyecto

Existen varios programas de proyectos que permiten modificar las varianzas sobre la duración del programa. Por ejemplo, en el área de manufactura es común fijar espacios de tiempo programados utilizando algunos criterios (fijando valores límites a las varianzas para saber si el costo excedió lo planeado); mientras que las industrias de investigación y desarrollo admiten desviaciones grandes durante las primeras fases y en menor grado para las últimas etapas.

A partir del cálculo de las desviaciones y sus porcentajes, podremos conocer la eficiencia (condiciones de desempeño) del proyecto por medio del EVM. Surgen dos nuevos conceptos:

*Índice de desempeño del costo (ICC o CPI) = devengado/costo real*

*Índice de desempeño del programa (ICP o SPI)*

*SPI = devengado/valor planeado*

El lector podrá encontrar las fórmulas anteriores en varios libros, de la siguiente manera:  $CPI (Cost Performance Index) = \frac{BCWP}{ACWP}$

$$SPI (Schedule Performance Index) = \frac{BCWP}{BCWS}$$

CPI y SPI establecen condiciones que indicarán el desempeño del proyecto en tiempo y costo.

Condición	Desempeño	Tendencia
SPI = 1	Perfecto	Favorable
CPI = 1	Perfecto	Favorable
SPI > 1	Extraordinario*	Excelente
CPI > 1	Excepcional*	Excelente
SPI < 1	Deficiente	Desfavorable
CPI < 1	Malo	Desfavorable

\*Ocurre pocas veces

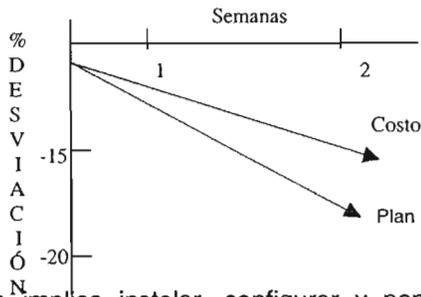
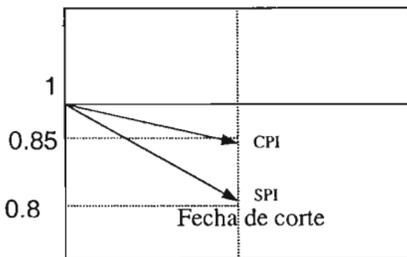
Los índices de desempeño son usados en análisis de tendencias cuando éstas no son favorables; podrían tomarse acciones correctivas a tiempo. Utilizando los datos del ejemplo anterior evaluaremos la tendencia del proyecto.

Devengado = \$20 000       $CPI = \frac{\text{devengado}}{\text{costo real}} = \frac{20000}{23500} = 0.85$

Actual = \$23 500

Costo programado = \$25 000       $SPI = \frac{\text{devengado}}{\text{planeado}} = \frac{20000}{25000} = 0.8$

Ejemplo<sup>15</sup>



Usted gana un proyecto que implica instalar, configurar y poner en operación un total de 100 equipos FRAD en 10 meses. Su costo de instalación implica 500 USD por equipo, incluyendo gastos de salarios, tiempo extra, comisiones, llamadas telefónicas, utilidades, etc. La fecha de corte es al quinto mes. Calcule lo siguiente:

- La línea base planeada
- Si se sabe que en el primer mes un ingeniero tuvo problemas para adecuar la energía eléctrica y requirió trabajo adicional y el total de gastos fue de 4,500 USD,, lo cual provocó, además, un retraso del 10%. Con esto y otros factores como mala conectorización y falta de

<sup>15</sup> Tomado de: Estopier Bermúdez David B. *Op. Cit. Control de costos del proyecto*. P. 22

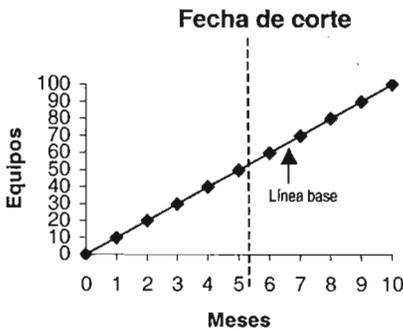
conectores de repuesto; El segundo mes gastó 11,000 USD y se retrasó un 10%. El tercer mes hubo un 5% de retraso y el costo total fue de 18,000 USD en la cuenta. En el cuarto mes sus ingenieros gastaron 20,000 USD y se retrasaron un 6%, y en el quinto mes algunos faltaron por incapacidad médica y se retrasaron un 10%, además de gastar 26,000 USD. Calcule el SPI y el CPI, devengado y las desviaciones en costo y plan.

- c) Dibuje los indicadores y las desviaciones acumuladas para presentar un informe de tendencias, considerando además que el fondo de contingencias que le asignaron es de 5,000 USD, el 10% del proyecto.

Solución:

a) 
$$\text{Planeado} = \frac{100 \text{equipos}}{10 \text{meses}} = 10 \text{equipos/mes}$$

$$\text{Costo planeado} = (10 \text{equipos})(\$5000 \text{ c/u}) = \$5000 \text{ al primer mes}$$



Meses	Costo planeado
1	\$5000
2	\$10000
3	\$15000
4	\$20000
5	\$25000
6	\$30000
7	\$35000
8	\$40000
9	\$45000
10	\$50000

- b) Primer mes hubo 10% de retraso. Utilizando el EVM obtenemos:

Planeado = 5000    Devengado = 4500 (es decir, el 10%)

Costo real = 4500

Var. prog = devengado - plan = 4500 - 5000 = -500

Var. costo = devengado - costo real = 4500 - 4500 = 0

En el segundo mes gastó \$11,000 y se retrasó 10%. El valor planeado es \$10,000 y el costo real \$11,000; el devengado es el -10% de 10,000 (es decir, \$9,000)

Var. Plan = 9000 - 10000 = -\$1000    Var. del costo = 9000 - 11000 = -\$2000

Durante el tercer mes el retraso fue del 5% y el costo total fue \$18,000

Valor planeado = \$ 15000

Devengado = 95% de 15000 ≈ \$14000

Costo real = \$18000

Var. del plan = 14000 – 15000 = -\$1000

Var. costo = 14000 – 18000 = -\$4000

Al cuarto mes el gasto fue de \$20,000 y el retraso de 6%

Valor planeado = \$20000

Devengado = 94% de \$20000 = 18800 ≈ \$19000

Costo real = \$20000

Var. del plan = 19000 – 20000 = -\$1000

Var. del costo = 19000 – 20000 = -\$1000

En el quinto mes es de 10% y el gasto fue \$26,000

Valor planeado = \$25000

Valor real = -\$26000

Devengado = 90% de \$25000 = \$22500

Var. plan = 22500 – 25000 = -\$2500

Var. costo = 22500 – 26000 = -\$3500

Para calcular los índices y varianzas usaremos las fórmulas:

$$SPI = \frac{\text{Devengado}}{\text{Plan}} \qquad \%Var \text{ del plan} = \frac{\text{Variación del plan}}{\text{Planeado}}$$

$$CPI = \frac{\text{Devengado}}{\text{Costo\_real}} \qquad \%Var \text{ del costo} = \frac{\text{Variación del costo}}{\text{Devengado}}$$

*Indicadores:*

1er. mes:

$$SPI = 4500 / 5000 = \underline{0.9}$$

$$CPI = 4500 / 4500 = \underline{1}$$

$$\%Var. \text{ del costo} = \underline{0}$$

$$\%Var. \text{ plan} = -500 / 5000 = \underline{-10\%}$$

2° mes:

$$SPI = 9000 / 10000 = \underline{0.9}, \quad CPI = 9000 / 11000 = \underline{0.81}$$

$$\%Var. \text{ del costo} = -2000 / 9000 = \underline{-22\%}$$

$$\%Var. \text{ del plan} = -1000 / 10000 = \underline{-10\%}$$

3er. mes:

$$SPI = 14000 / 15000 = \underline{0.93}, \quad CPI = 14000 / 18000 = \underline{0.77}$$

$$\% \text{ Var. del costo} = -4000 / 14000 = \underline{-28.5\%}$$

$$\% \text{ Var. plan} = -1000 / 15000 = \underline{-6.6\%}$$

4° mes:

$$SPI = 22500 / 25000 = \underline{0.9}, \quad CPI = 19000 / 20000 = \underline{0.9}$$

$$\% \text{ Var. del costo} = -1000 / 19000 = \underline{-5.2\%}$$

$$\% \text{ Var. plan} = -1000 / 20000 = \underline{-5\%}$$

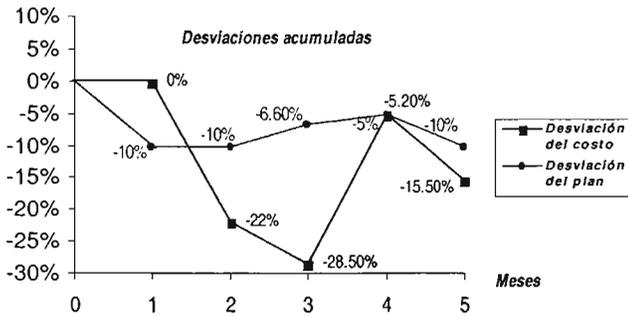
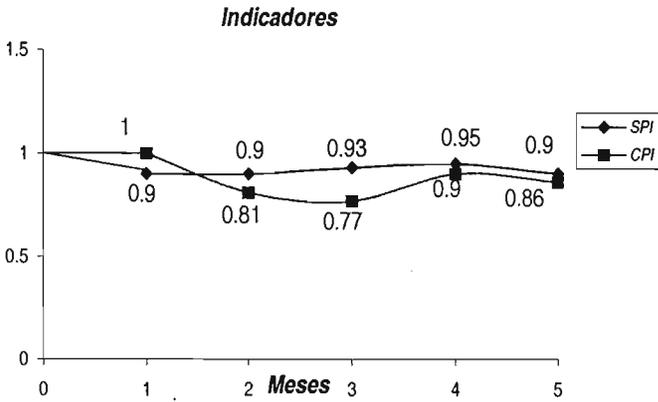
5° mes:

$$SPI = 22500 / 25000 = \underline{0.9}, \quad CPI = 22500 / 26000 = \underline{0.86}$$

$$\% \text{ Var. del costo} = -3500 / 22500 = \underline{-15.5\%}$$

$$\% \text{ Var. del plan} = -2500 / 25000 = \underline{-10\%}$$

b) Indicadores y desviaciones acumuladas



Mes	Fondo disponible	Acciones
1	\$5000	Sin desviación
2	\$3000	Consumió \$2000
3	-\$1000	La desviación es \$4000, faltan \$1000
4	-\$2000	Como faltan \$1000 en el 3er. mes la desviación será \$2000
5	-\$3500	No hay capital disponible

#### 4.6.8 Análisis de varianzas

Estudios que efectúa el administrador de proyectos para determinar las causas que ocasionaron que los costos rebasaran el presupuesto; la gerencia u oficina de proyectos podrá tomar acciones pertinentes para resolver los problemas que ocurrieron dentro del presupuesto original o por la justificación de una nueva estimación.

En el desarrollo de los análisis surgen 5 preguntas:

- ¿Qué problema causó la varianza?
- ¿Cuál fue el impacto en tiempo, costo y desempeño?
- ¿Cuál fue el impacto sobre otros esfuerzos si existen?
- ¿Qué acciones correctivas fueron planeadas o de qué manera podrían tomarse?
- ¿Cuáles serán los resultados esperados de las acciones correctivas?

#### Condiciones:

1. Cuando las desviaciones están dentro de los niveles permitidos:
  - *Son ignorados*
  - *Tomar acciones correctivas*
2. Si la varianza es muy grande, lo más conveniente será volver a definir los objetivos del proyecto (ej. efectuar *tradeoffs* en tiempo, costo y desempeño o definir nuevas actividades y técnicas PERT), reasignar recursos o modificar especificaciones de manera que no afecte al personal.

#### 4.6.9 Costo estimado al término y Presupuesto total o al término (EAC y BAC)

El presupuesto total es la suma de los costos planeados para el proyecto o BCWS. Generalmente considerada como sinónimo de la *línea base*.

A diferencia del BAC, los costos estimados al término evalúan solamente el valor total gastado al término del proyecto; es la mejor estimación y proporciona evaluaciones periódicas del estado de los proyectos sobre una base mensual o hasta que ocurre algún cambio significativo.

Matemáticamente:

$$EAC = \left( \frac{ACWP}{BCWP} \right) BAC \qquad EAC = BAC \text{ desviación del costo}$$

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

Ejemplo. El gasto presupuestado para un proyecto es de \$1,000,000 por cargo a la mano de obra y \$600,000 por materiales. Al término del primer mes el administrador de proyectos reunió estos datos:

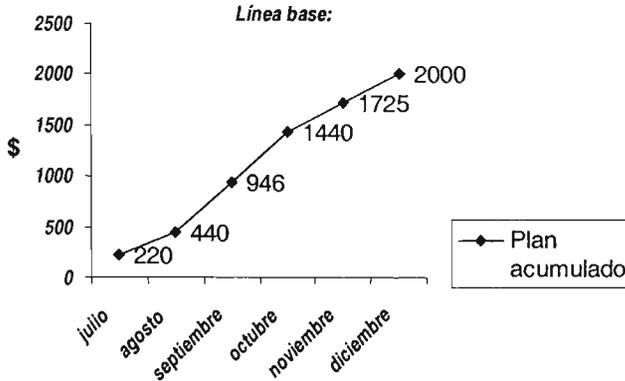


Totales:

Julio = 220, agosto = 220, septiembre = 110 + 396 = 506,  
 octubre = 450 + 44 = 494, noviembre = 54 + 231 = 285, diciembre = 275

Planeado acumulado = 220 + 220 + 506 + 494 + 285 + 275 = **2000**

Para la línea base:



Plan parcial	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	220	220	506	494	285	275
Plan acumulado	220	440	<b>946</b>	1440	1725	2000

Al primer trimestre el valor planeado es 946

\* Usaremos la técnica 50/50 para calcular el avance real:

WBS	Actividad	\$	Julio	Agosto	Septiembre
1	proyecto	2000			
1.1	Tarea 1	550	40%	40%	20%
1.2	Tarea 2	900	50%		44%
1.3	Tarea 3	550			55%**

Indica la regla 50/50

\*\*  $[44(0.5)]/40 = 55\%$

Avances parciales:

Julio:  $50\%(550) = 275$ , agosto:  $50\%(550) = 275$ , septiembre:  $55\%(900) = 495$

El avance acumulado es:  $275 + 275 + 495 = 1045$

El devengado es: **1045**

Los costos reales son:

Julio: 300

Agosto: 500

Septiembre: 530



Costo real acumulado = **1330**

Resumen de resultados en el primer trimestre:

Valor planeado: 946  
Valor devengado: 1045  
Costo actual: 1330

$$\text{Variación del programa} = 1045 - 946 = 99$$

$$\% \text{ Variación del programa} = \frac{99}{946} = 10\% \text{ (el proyecto está adelantado)}$$

$$\text{Variación del costo} = 1045 - 1330 = -285, \quad \% \text{ Variación costo} = \frac{285}{1045} = -27.2\%$$

(Condición de costo excedido)

Índices de comportamiento:

$$\text{Para el programa: } SPI = \frac{\text{devengado}}{\text{planeado}} = \frac{1045}{946} = 1.104 \text{ (excepcional)}$$

$$\text{Para el costo: } CPI = \frac{\text{devengado}}{\text{actuales}} = \frac{1045}{1330} = 0.785 \approx 0.79 \text{ (desempeño deficiente a causa del costo excedido)}$$

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = \frac{2000}{0.79} = 2531.64 \text{ Este valor es el pronóstico en costo (valor esperado)}$$

**4.6.11 Resumen de fórmulas**

Desviación del programa (Schedule variance):

$$SV = \text{Devengado} - \text{Valor planeado} \quad \% SV = \frac{SV}{\text{Planeado}} = \frac{SV}{BCWS}$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

Varianza del costo (Cost Variance):

$$CV = \text{Devengado} - \text{Costo actual} \quad \% CV = \frac{CV}{\text{Devengado}} = \frac{CV}{BCWP}$$

$$CV = BCWP - ACWP$$

$$\underline{\text{Devengado} = \text{Earned Value (EV)} = BCWP}$$

Condiciones:

Índices de desempeño:

$$CPI = \frac{\text{Devengado}}{\text{Costo real}} = \frac{BCWP}{ACWP}$$

$$SPI = \frac{EV}{\text{Valor planeado}} = \frac{BCWP}{BCWS}$$

$CPI = 1$   
 $SPI = 1$   $\Rightarrow$  Desempeño favorable

$CPI < 1$   
 $SPI < 1$   $\Rightarrow$  Desempeño desfavorable

$CPI > 1$   
 $SPI > 1$   $\Rightarrow$  Desempeño extraordinario

### Estimación al término (Estimate at Completion – EAC)

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = BAC - CV = \left( \frac{ACWP}{BCWP} \right) BAC$$

Presupuesto estimado al término = Budget at completion = BAC

**Tabla 4.8 Parámetros usados en los análisis de varianzas<sup>18</sup>**

Pregunta	Respuesta	Acrónimo
¿Cuánto trabajo podría hacerse?	Budgeted Cost of Work Scheduled (Valor planeado)	BCWS
¿Cuánto trabajo se ha efectuado?	Budgeted Cost for Work Performed (Valor devengado)	BCWP, EV o devengado
¿Cuánto costó el trabajo realizado?	Actual Cost of Work Performed (Costo real o costo actual)	ACWP, Actual o Actuales
¿Cuál es el costo del trabajo final supuesto?	Budget at Completion (Presupuesto total)	BAC
¿Qué valor esperaremos del costo total del trabajo?	Estimate at completion (Pronóstico en costo)	EAC

#### **4.6.12 Reportes de estado**

Documentos preparados a petición del cliente y la gerencia que exponen los indicadores de desempeño, costo y tiempo actuales y futuros del proyecto, con la finalidad de conocer su estado presente. Los informes serán claros, breves e incluirán solamente la información que ambas partes necesiten.<sup>19</sup>

Los requerimientos mínimos para preparar los informes de estado son:

I. Estado actual del proyecto en tiempo y costo

Desviación del costo [\$/hr. , %  
Análisis de varianzas: concluido]  
Desviación del plan [\$/hr. , %  
terminado]

$$\text{Porcentaje terminado} = \frac{BCWP}{BAC} = \frac{\text{Devengado}}{BAC}$$

$$\text{Porcentaje de capital gastado} = \frac{\text{Costo real}}{BAC}$$

II. Pronósticos del proyecto en tiempo y costo:

Estimación al término (EAC)

<sup>18</sup> Kerzner Harold. Op. Cit. Pág. 840

<sup>19</sup> El informe que recibe el cliente es diferente del que demanda la gerencia en especificaciones. Por ejemplo, el cliente está interesado en conocer las desviaciones y probablemente a la gerencia solamente alguna de ellas. Ambas partes firman un contrato donde indican el tipo de información que requieren saber.

Ruta crítica restante  
Análisis de tendencias (CPI y SPI)

Cada compañía establece sus propias reglas para preparar sus informes de estado; deben tomar en cuenta toda la información concerniente al alcance, costo, calidad, riesgo y adquisiciones, utilizando herramientas como Milestones, diagramas de metas establecidas, cuadros comparativos de avance, etc.

#### **4.6.13 Recomendaciones para los administradores de proyectos**

- Apruebe todas las estimaciones, negociaciones y defina con su organización el trabajo requerido para el proyecto.
- Aprobación del presupuesto, encamine su distribución hacia cada elemento de trabajo involucrado en el proyecto.
- Defina los trabajos y planes necesarios para realizar el proyecto.
- Autorice el inicio o “puesta en marcha” de los trabajos; excepto cuando éstos rebasen el alcance de los contratos.
- Apruebe el cronograma de actividades, la cantidad de materiales y planes detallados existentes según los requerimientos del proyecto.
- Autorice el estado o declaración de los trabajos establecidos en la fase de planeación, los costos, precios estimados y tipos de contratos para nuevas adquisiciones.
- Supervise el desempeño funcional apoyándose en los presupuestos aprobados, calendario y requerimientos del programa.
- Cuando los costos alcancen niveles inaceptables (según las políticas establecidas por la organización) reúnase con los ejecutivos de la gerencia para decidir qué tipo de acciones será necesario tomar para modificar los requerimientos del trabajo o para reducir costos sin alterar el alcance del trabajo contratado.
- Compare periódicamente los valores actuales y planeados de costo, tiempo y desempeño; determine la línea base, efectúe análisis de varianzas y considere los elementos del punto anterior.
- Considérese un excelente comunicador; establezca canales de comunicación eficaces con la gerencia y sus subalternos.<sup>20</sup>
- Recuerde que aplicando apropiadamente las políticas de la organización y estando al tanto de lo que ocurre alrededor del personal involucrado en el proyecto reducirá riesgos, los trabajos estarán en un 90% dentro de los niveles establecidos y dejará satisfechos a la gerencia y clientes.

---

<sup>20</sup> Véase la sección *Administración de las comunicaciones del proyecto*

## **4.7 Administración de la Calidad del proyecto**

### **4.7.1 Antecedentes de la administración de la calidad**

Para entender la calidad se debe explicar algo de los procesos por los que ha pasado a través de los años.

Se dice que la calidad llevó a cabo un proceso de generaciones pertenecientes a cada época.

Su primer precursor fue el doctor W. Edwards Deming, quien establece ofrecer productos a bajo costo y servicios que satisfagan al cliente, implicó un compromiso de innovación y mejoras continuas.

Es decir:

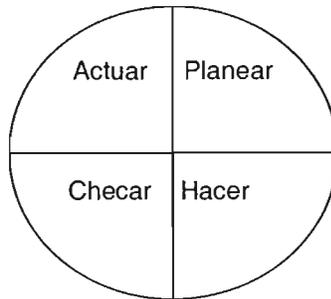
- Busca una mejora continua, toma acciones preventivas
- Estableció un enfoque de calidad que se logra mediante la elaboración repetida de productos
- Además de ser la primera persona que establece “el personal del 85% de la calidad” es la alta dirección

Este precursor se estableció durante la década de los 50, en la cual el concepto de la calidad era sólo por inspección.

También establece 14 puntos que son lineamientos para la calidad de un proyecto.

1. (Mejora) Crear un propósito constante para mejorar productos o servicios.
2. Adoptar una nueva filosofía.
3. Eliminar las dependencias de inspecciones masivas.
4. Acabar con la práctica de recompensar el negocio sólo en la etiqueta del precio.
5. Mejorar siempre y de manera constante el sistema de producción y los servicios.
6. Instituir la capacitación.
7. Instituir el liderazgo.
8. Eliminar el temor.
9. Romper las barreras entre las áreas del personal.
10. Eliminar las consignas, exhortos y objetivos para la fuerza de trabajo.
11. Eliminar las cuotas numéricas.
12. Eliminar las barreras para enorgullecerse de la destreza.
13. Instituir un programa vigoroso de educación y capacitación.
14. Efectuar acciones para conseguir la transformación.

Estos puntos se resumen en el siguiente cuadro:



Después surge Joseph M. Júrán, quien establece una trilogía a la que se le da el nombre de la trilogía de Júrán y consta de:



**En la planeación de la calidad.** Se identifica a los clientes, se determinan las necesidades del cliente, se traducen esas necesidades a nuestro lenguaje, se transfiere el proceso a la operación y se desarrolla un proceso que traduzca las necesidades del producto.

Establece que el 80% de los problemas son provocados por un 20% de causas.

**Control de calidad.** La alta administración debe utilizar un proceso universal para controlar las operaciones. Las actividades de control son:

Establecer un lazo de retroalimentación en todos los niveles y para todos los procesos.

Asegura que cada empleado se encuentre en un estado de autoridad.

**Mejora de calidad.** Se basa en realizar mejoras en el proyecto, establece un concepto de calidad.

Posteriormente durante la década de los 70 surge la administración de costos y su enfoque de la calidad se dirige a la reducción de costos; durante esta época surgió Philip B. Crosby.

Establece que la calidad se basa en cuatro principios absolutos.

- Calidad es un cumplimiento de requisitos.
- El sistema de calidad es prevención.
- El estándar de realización es cero defectos.
- La medida de calidad es el precio del incumplimiento.

La calidad se especializa en áreas como unidades estratégicas, también propone un programa de catorce puntos para la mejora de la calidad.

1. Compromiso en la dirección
2. Equipo para mejorar la calidad
3. Medición
4. Costo de calidad
5. Crear conciencia sobre la calidad
6. Acción correctiva
7. Planificar el día de cero defectos
8. Educación personal
9. El día cero defectos
10. Fijar metas
11. Eliminar las causas de error
12. Reconocimiento
13. Consejo de calidad
14. Repetir todo el proceso

Durante la década de los 80 se establece un concepto de Proceso de calidad total. Surge otro precursor de la calidad, Genichi Taguchi, quien establece dos conceptos fundamentales para la calidad.

Ofrecer mejores productos. Deben ser mejores que los de la competencia en cuanto a diseño y precio.

**Función de pérdida.** La calidad se debe definir en forma monetaria.

Mejora continua del proceso productivo y reducción de la viabilidad. Es decir, la calidad comienza desde el diseño y se analizan con mayor detalle las expectativas del cliente.

Este concepto se concreta en los siguientes puntos:

**Función de pérdida:** La calidad se debe definir en forma monetaria por medio de la función de pérdida, donde conforme varía más una especificación con respecto al valor nominal, mayor es la pérdida monetaria transferida al consumidor.

**Mejora continua:** La mejora continua del proceso productivo y la reducción de la variabilidad son indispensables para permanecer en la actualidad.

La mejora continua del proceso se relaciona con la reducción de la variabilidad con respecto al valor objetivo.

La variabilidad puede cuantificarse en términos monetarios.

**Diseño del producto:** Se genera la calidad y se determina el costo final del producto.

Optimización del diseño del producto.

Optimización del diseño del proceso

Además Taguchi desarrolló una metodología que denominó ingeniería de la calidad, que se divide en línea y fuera de línea.

Ingeniería de calidad en línea: Son actividades de ingeniería de calidad en línea, el área de manufactura, el control y la corrección de procesos, así como el mantenimiento preventivo.

Ingeniería de calidad fuera de línea: Se encarga de la optimización del diseño de productos y procesos.

Taguchi propone la filosofía de palanca de calidad.

Sólo en la etapa de diseño de un producto podemos tomar medidas contra la variabilidad causada por agentes internos, externos y por imperfecciones de manufactura (ruido).

La palanca de la calidad.

- Diseño del producto.
- Diseño del proceso.
- Producción.
- Mejora del producto.

Durante la década de los 90 se implanta el concepto de Mejora continua de la calidad.

Se juntan la Visión/ Misión /Valores /Globalización /Alianzas con el cliente /Proveedor /Cadena de labores.

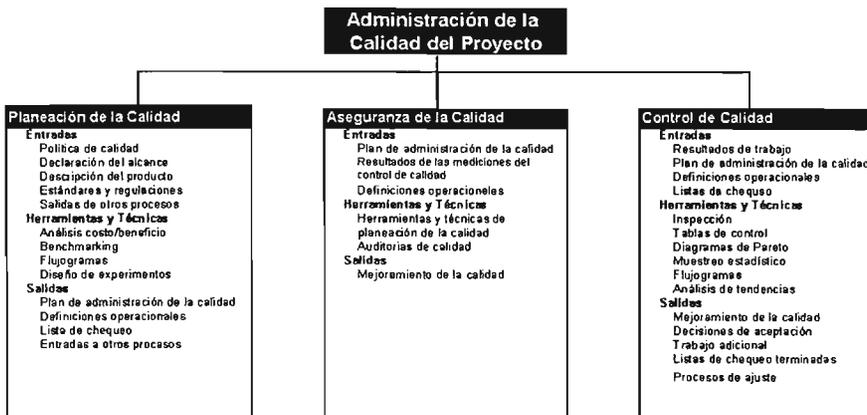
El plan de administración de la calidad debe contener:

Describir cómo el equipo de administración establecerá las políticas de calidad.

Proveer entradas al plan general del proyecto y considerar el control de calidad, aseguramiento y la mejora continua de la calidad.

Se establece	}	En base a los requerimientos del cliente
¿Quién efectúa las actividades?		
¿Cómo se hace?		
Los procesos necesarios		

La organización de la administración de la calidad se muestra a continuación.



La calidad en la administración de proyectos se constituye de tres elementos, que en conjunto identifican el programa a seguir, los cuales se muestran a continuación:

- Planeación de la calidad
- Aseguramiento de la calidad
- Control de calidad

#### **4.7.2 Planeación de la calidad**

##### **ENTRADAS DE LA PLANEACIÓN DE LA CALIDAD**

Políticas de calidad. En éstas se establece un nivel de alta calidad y la óptima participación de los miembros de la organización para el seguimiento de las políticas de la empresa, asegurando una calidad.

La política de calidad es un instrumento creado en la organización y representa la imagen de la calidad.

Los objetivos de calidad se establecen en estas políticas y son seleccionados curiosamente.

Para asegurar los procesos de calidad se establece una administración de calidad total TQM (Total Quality Management).

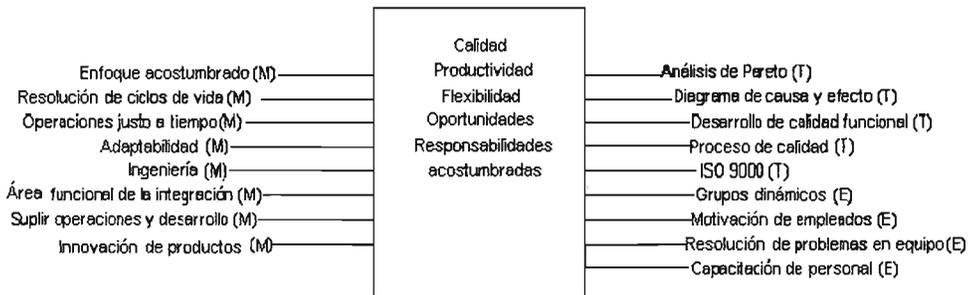
Todas las compañías tienen una estrategia para obtener una TQM; se muestran a continuación.

- Solicitar ideas para mejorar con los empleados
- Alentar al trabajo en equipo para realizar operaciones con el objetivo de participar en las actividades dirigidas
- Tomando en cuenta referencias para mejorar en las actividades en la organización, para asegurar que es la vía más eficiente y efectiva
- Utilizar técnicas de proceso de dirección para perfeccionar los servicios acostumbrados y reducir el ciclo de vida

- Implementando que la organización puede ser clasificada con base en la normatividad ISO 9000

También existen estrategias secundarias que se enfocan a operaciones de rentabilidad:

- Mantenimiento continuo, atendiendo y anticipando necesidades
- Utilizar la información y tecnología de comunicación para proveer los servicios acostumbrados: emplear concurrente y simultáneamente la ingeniería
- Improvisar para minimizar la duración de todos los ciclos
- Enfocar a la calidad, productividad y rentabilidad
- Enfocar a la calidad y flexibilidad



TQM = objetivos y enfoque de áreas

M=Enfoque administrativo

T=Enfoque de herramientas

E=Enfoque de empleados

La calidad establece cumplir con todas las características de un producto y probar que se hayan satisfecho todas sus necesidades.

### Principios de calidad

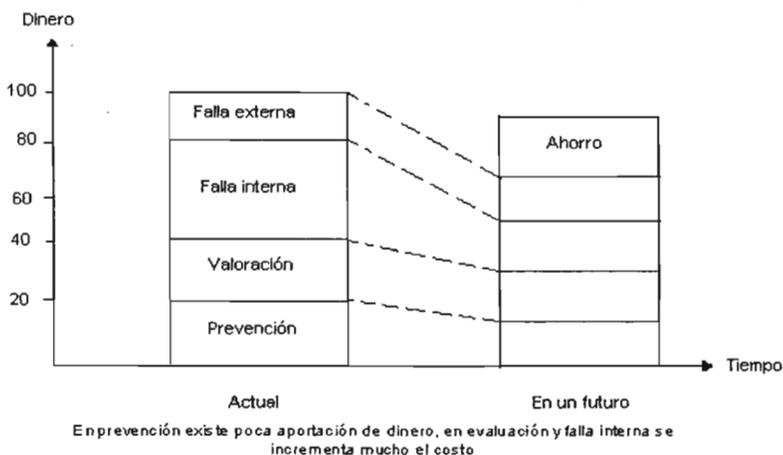
Para obtener la calidad se acatan los siguientes lineamientos que aseguran los mejores resultados mediante la disciplina que se muestra a continuación.

- Realizar el trabajo correcto desde el principio, que ahorra tiempo y dinero
- La calidad es un proceso de prevención
- La calidad se aproxima lo más posible a los requisitos
- La calidad se incorpora a los productos, satisfaciendo las necesidades del cliente
- Las pruebas valoran la funcionalidad y no los defectos
- Las pruebas no identifican defectos en los productos
- La calidad es responsabilidad de todos y no sólo del personal de aseguramiento y control de calidad
- La calidad es un proceso de mejoramiento continuo

En el proceso de calidad se incluye el costo de calidad, que se forma en base a cinco áreas:

- **Prevención.** Establece y mantiene actividades que evitan los defectos en el proceso, producto, diseño o planeación. Se centra en áreas como la capacitación y educación del personal participante, el establecimiento y aprobación en procesos y actividades para mejora.
- **Valoración.** Completa el costo de todos los esfuerzos para examinar, probar, inspeccionar y comprobar que el producto cumple con los requisitos.
- **Falla interna.** Da el costo de reparación de elementos que fallan antes que se entregue el producto al cliente (esta falla se puede reparar a un bajo costo)
- **Falla externa.** Representa el costo de reparar productos después que se entregan al cliente, incluye reemplazo, entrega y atención a quejas (el costo es muy alto y existen cargos por mantenimiento)
- **Medición y prueba.** Ambas abarcan el costo del equipo, recursos para realizar mediciones, probar los procesos, y productos, también incluye costo de calibración y dispositivos para realizar mediciones precisas.

La ilustración de costo de calidad se muestra en la figura 4.33



**Figura 4.33 Costo de la calidad**

Se deben reducir costos de desperdicio de materiales, mano de obra y tiempo, lo que muestra que se debe atender más la prevención y menos la valoración. Lo que se obtiene se muestra en la figura 4.34, donde si existe una mala planeación por falla de prevención el costo incrementa mucho, pero en cambio si existe una buena planeación, la prevención disminuye el costo notoriamente, lo que implica un buen producto de calidad a un precio que permite una buena competitividad en el mercado.

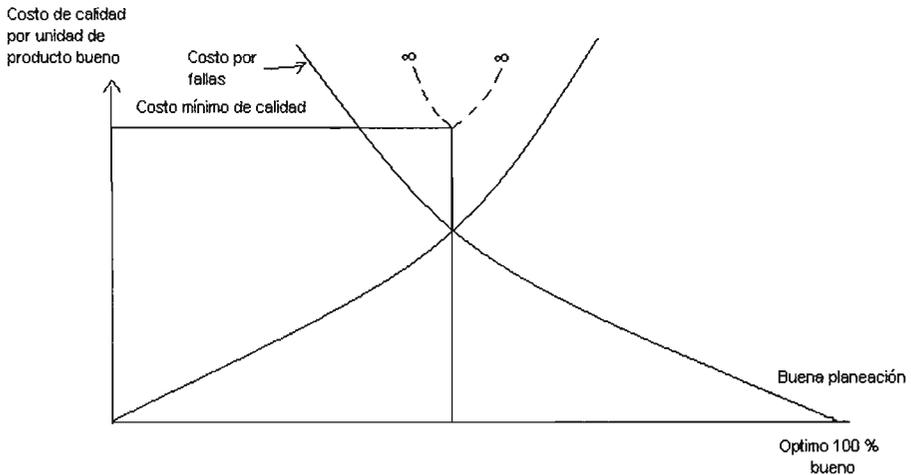


Figura 4.34

**Declaración del alcance.** La declaración del alcance se describió en las salidas de la planeación del alcance; es parte importante en una entrada en la planeación de la calidad, pues documenta las principales entregas del proyecto, como también los objetivos del proyecto que sirve para definir los requerimientos más importantes de *stakeholders*.

**Descripción del producto.** Algunos elementos de la descripción del producto se explicaron en las ENTRADAS DE LA INICIACIÓN, EN LA ADMINISTRACIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO. Pueden ser introducidos en la declaración del alcance; la descripción del producto muchas veces comprenderá detalles de asuntos técnicos.

**Estándares y regulaciones.** El equipo administrativo del proyecto debe considerar cualquier estándar o regulación en áreas de aplicación que puedan afectar al proyecto.

**Salidas de otros procesos.** Además de la declaración del alcance y la descripción de procesos de áreas de conocimiento, pueden producir salidas que se deben considerar como parte de la planeación de la calidad. Por ejemplo, la planeación de compras identifica los requisitos de calidad del contratista, que se deben reflejar en el plan general de administración de la calidad.

## HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DE LA CALIDAD

**Análisis costo/beneficio.** El proceso de planeación de la calidad debe considerar los beneficios que se ganan o se pierden con el análisis de costo/beneficio, tal como se explicó en HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DEL ALCANCE, que están en la ADMINISTRACIÓN DEL ALCANCE. El principal beneficio de cumplir con los requerimientos de calidad es la reducción de trabajo

de corrección de errores, lo que implica elevar la productividad, bajos costos, y mayor satisfacción de los *stakeholders*. El costo principal de cumplir con los requerimientos de calidad es el gasto que se asocia a las actividades de administración de calidad.

Un análisis de costo-beneficio se utiliza para determinar si los beneficios de un proceso o procedimiento están en proporción con los costos. Se aplica para determinar cuál de las distintas opciones ofrece mejor rendimiento sobre la inversión. Esta es una herramienta útil en Proyectos de mejora de la calidad, cuando un equipo está evaluando las alternativas de solución a una situación determinada.

Cómo interpretar un análisis de costo-beneficio: Es muy útil para identificar todos los costos y beneficios que se esperan de una solución propuesta. Dado que la cuantificación económica no resulta fácil en ocasiones, la pregunta a formularse debería ser: ¿Cuál de las soluciones ofrece los mayores beneficios en relación con los recursos invertidos?, en vez de: ¿Qué solución es la más barata? Además, incluso una solución con una relación de costo-beneficio óptima puede desecharse a causa de otros factores más importantes.

Cómo elaborar un análisis de costo-beneficio:

- Estimar los costos de inversión.
- Estimar los costos operativos adicionales anuales.
- Estimar los ahorros de costos anuales.
- Clasificar el impacto de las alternativas estudiando qué problemas eliminan.
- Evaluar la satisfacción del cliente eliminando las alternativas que lo reduzcan.
- Calcular los costos operativos anuales netos.
- Calcular los costos anuales de los costos de inversión.
- Calcular los costos totales anuales (suma de los anteriores).
- Revisar los datos y clasificar las alternativas según orden relativo de importancia.

Benchmarking. Es un proceso en el que se identifican las mejores prácticas para una actividad, se analizan y se incorporan a la operativa interna de la empresa. También se aplica en la organización para mejorar su posición de liderazgo, en el que se encuentran varios elementos clave:

- Competencia, que incluye un competidor interno, una organización destacada dentro del mismo sector o de otro.
- Medición, tanto del funcionamiento de las propias operaciones como de la empresa Benchmark, o punto de referencia que vamos a tomar como organización que posee las mejores cualidades dentro de un campo.
- Representa mucho más que un Análisis de la Competencia, examinándose no sólo lo que se produce sino cómo se produce, o una Investigación de

Mercado, estudiando no sólo la aceptación de la organización o el producto en el mercado sino las prácticas de negocio de grandes compañías que satisfacen las necesidades del cliente.

- Satisfacción de los clientes, entendiendo mejor sus necesidades al centrarnos en las mejores prácticas dentro del sector.
- Apertura a nuevas ideas, comprendiendo que hay otras formas, y tal vez mejores, de realizar las cosas.
- Mejora Continua: el Benchmarking es un proceso continuo de gestión y automejora.

Existen varios tipos de Benchmarking: Interno (utilizándonos a nosotros mismos como base de partida para compararnos con otros), Competitivo (estudiando lo que la competencia hace y cómo lo hace), Fuera del sector (descubriendo formas más creativas de hacer las cosas), Funcional (comparando una función determinada entre dos o más empresas) y de Procesos de Negocio (centrándose en la mejora de los procesos críticos de negocio).

Un proyecto de Benchmarking suele seguir las siguientes etapas: Preparación (Identificación del objeto del estudio y medición propia), Descubrimiento de hechos (Investigación sobre las mejores prácticas), Desarrollo de acciones (Incorporación de las mejores prácticas a la operativa propia) y Monitorización y recalibración.

Flujogramas. Son diagramas que muestran la relación entre diferentes elementos del proyecto. las técnicas de planeación de flujogramas que se usan en la administración de la calidad se muestran a continuación.

- Diagramas de causa y efecto, también llamados diagramas de Ishikawa o diagramas de pescado, ilustran cómo las causas y subcausas se relacionan para crear problemas o efectos potenciales. La figura 4.35 muestra un diagrama de pescado.

Existen seis pasos para su elaboración.

1. Identificar el problema
  2. Selección interdisciplinaria
  3. Encerrar el problema en un cuadro
  4. Identificar mayores categorías (existen seis categorías comunes: maquinaria, mediciones, método, personal, material y desarrollo)
  5. Causas de identificación de defectos
  6. Acción de identificación correctiva
- Flujogramas de sistemas o procesos, muestran cómo los elementos de un sistema se relacionan. La figura 4.36 muestra un flujograma para la revisión de diseños.

- Los flujogramas pueden ayudar al equipo a anticipar dónde y qué problemas de calidad pueden ocurrir y con lo cual ayudar a desarrollar aproximaciones que traten con ellos.

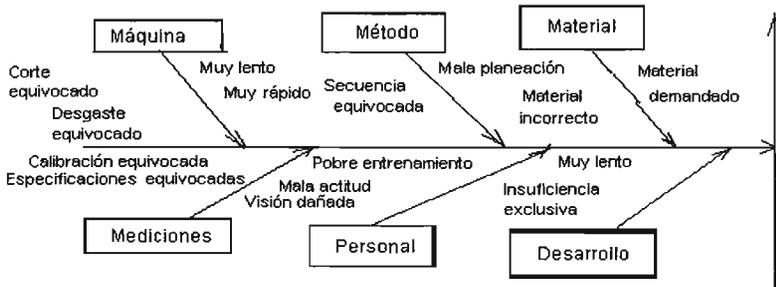


Figura 4.35 Diagramas de causa y efecto

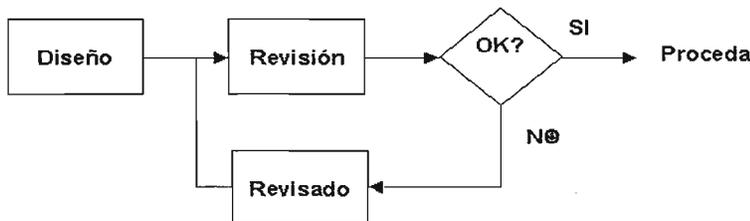


Figura 4.36 Diagramas de flujo<sup>21</sup>

Diseño de experimentos. Técnica analítica que ayuda a identificar qué variables tienen la mayor incidencia en los resultados generales. La técnica se aplica frecuentemente en los resultados de los temas de discusión.

Sin embargo también se puede aplicar a temas de la administración de proyectos, como pérdidas y ganancias que se obtienen entre las distintas combinaciones posibles de programación y costos. Por ejemplo, los ingenieros *senior* cobrarán más que los ingenieros *junior*, pero también se puede esperar que terminen su trabajo asignado en menos tiempo. Un "experimento" apropiadamente diseñado (en este caso, el cómputo de costos y tiempos de proyecto para las distintas combinaciones de ingenieros *senior* y *junior*) muchas veces permitirá la determinación de una solución óptima desde un número limitado de casos.

## SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA CALIDAD

Plan de administración de la calidad. Éste deberá describir cómo el equipo administrativo implementará su política de calidad. En la terminología de ISO 9000, deberá describir el sistema de calidad del proyecto: "La estructura

<sup>21</sup> También llamados Flujogramas

organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se necesitan para implementar la administración de la calidad].

El plan de administración de la calidad provee entradas al plan general del proyecto y comprende el control de calidad, aseguramiento de la calidad y mejoramiento de ésta.

Definiciones operacionales. Una definición operacional describe específicamente, que es algo y cómo se mide por el proceso de control de calidad. Por ejemplo, no basta decir que cumplir con las fechas planeadas es una medida de la administración de la calidad; el equipo administrativo indicará si cada actividad tiene que comenzar a tiempo o sólo terminar a tiempo; especificar si las actividades individuales serán medidas o únicamente serán medidas ciertas entregas.

Lista de chequeo. Herramienta que usualmente especifica a una industria o actividad, que se usa para verificar qué requerimientos se han ejecutado. Las listas de chequeo pueden ser simples o complejas. Usualmente son frases como: "¡Haga esto!" o "¿Ha hecho esto?" Muchas organizaciones poseen listas de chequeo estandarizadas para asegurar la ejecución de manera frecuente.

Entradas de otros procesos. El proceso de planeación de la calidad puede identificar la necesidad de otras actividades en otras áreas.

#### **4.7.3 Aseguramiento de la calidad**

Son todas las actividades planeadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad para proveer la confianza de que el proyecto va a satisfacer los estándares de calidad relevantes. Ésta se deberá ejecutar en todo el proyecto. Antes del desarrollo de la Serie ISO 9000, las actividades descritas bajo planeación de la calidad se incluían como parte de la aseguramiento de la calidad.

Es un proceso que permite completar un enfoque general para la calidad en el proyecto y las medidas que aseguran un producto de calidad.

El sistema de aseguramiento de calidad debe tener las siguientes características.

- RecopilarÁ y hará uso de información
- Establecerá mediciones de desempeño
- En caso necesario aplicará acciones correctivas
- Una autoridad de calidad que evalúe el desempeño de la calidad, en donde se establecerá:
  - Se satisfará la calidad necesaria
  - Se siguieron normas y reglamentos
  - Los productos serán seguros y de acuerdo a su uso

En la administración de productos el estándar utilizado es ISO 10006

Para la calidad se aplica el estándar ISO 9000-2000

Para comprender mejor ISO 9000. Pproceso que demuestra que una empresa está apegada a un sistema de calidad que satisface a sus clientes, de que en la empresa pueden laborar organizadamente y ofrecer un producto o servicio de calidad, además de ser una actividad avalada por un organismo reconocido y difundido a nivel mundial.

Las normas ISO 9000 son las guías para selección y uso de estándares de calidad.

ISO 90001 es el modelo de calidad para producción, instalación y desarrollo.

ISO 9000-2000 habla de calidad, fundamentos y vocabulario

ISO 90001-2000 habla de requisitos de administración y se basa en ocho principios de administración de calidad.

1. Administración del cliente
2. Liderazgo
3. Personal involucrado
4. Enfoque basado en procesos
5. Administra con enfoque a sistemas
6. Mejora continua
7. Precisiones en base a sistemas
8. Relaciones del beneficio mutuo con proveedores

#### **4.7.3.1 Normatividad**

UNIT-ISO 8402 Calidad-Vocabulario. Aseguramiento de calidad.

UNIT-ISO 9001 Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio.

UNIT-ISO 9002 Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad en la producción e instalación.

UNIT-ISO 9003 Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad en la inspección y ensayos finales.

UNIT-ISO 9004 Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad. Directrices generales.

Para efectos de esta norma se aplican las definiciones de UNIT-ISO 8402. Debido a la importancia que tienen para el uso adecuado de esta norma, se incluyen cinco términos fundamentales tomados de UNIT-ISO 8402.

### **Política de Calidad**

Las orientaciones y objetivos generales de una organización en relación con la calidad, expresados formalmente por la dirección superior.

#### **NOTA**

La política de calidad es un elemento de la política general de una organización y debe ser aprobada por la dirección superior.

### **Gestión de Calidad**

Aquel aspecto de la función general de gestión de una organización que define y aplica la política de calidad.

#### **NOTA**

La obtención de la calidad deseada requiere de la participación y compromiso de todos los miembros de la organización y la responsabilidad por la gestión de calidad pertenece a la dirección superior;

La gestión de la calidad incluye la planificación estratégica, la asignación de recursos y otras actividades sistemáticas, tales como los planes de calidad, las operaciones y las evaluaciones.

### **Sistema de Calidad**

La estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos para aplicar la gestión de calidad.

#### **NOTA**

El sistema de calidad debe corresponder a las necesidades de una organización para cumplir los objetivos de calidad.

Para fines contractuales, obligatorios y de evaluación, puede ser necesario demostrar la aplicación de algún elemento específico del sistema de calidad.

## **Control de Calidad**

Las técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.

### **NOTA**

Para evitar confusiones se recomienda incluir un término que modifica la expresión *control de calidad* cuando se refiere a aspectos de él, como por ejemplo, *control de la calidad en proceso o control total de la calidad*.

El control de calidad incluye técnicas y actividades operacionales destinadas a mantener bajo control un proceso y eliminar las causas que generan comportamientos insatisfactorios en etapas importantes del ciclo de la calidad (espiral de calidad), para conseguir mejores resultados económicos.

## **Aseguramiento de la Calidad**

Todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos.

### **NOTA**

A menos que los requisitos establecidos reflejen totalmente las necesidades del usuario, el aseguramiento de la calidad no será completo;

Para que sea efectivo, el aseguramiento de la calidad requiere, generalmente una evaluación permanente de aquellos factores que influyen en la adecuación del diseño y de las especificaciones según las aplicaciones previstas, así como también verificaciones y auditorías a las operaciones de fabricación, instalación e inspección. El dar confianza, puede significar que se entregue evidencias;

Dentro de una organización, el aseguramiento de la calidad sirve como una herramienta de gestión. En situaciones contractuales, el aseguramiento de la calidad sirve también para dar confianza respecto al proveedor.

#### **4.7.3.2 Gestión de la calidad total (GCT)**

La gestión de calidad total es un método de gestión que hace participar a todos los empleados y pretende mejorar la eficacia en una organización para satisfacer al cliente. La aplicación de este concepto GCT surge en Japón, donde el uso de principios y métodos en el sector productivo han transformado a este país en una gran potencia económica; desde entonces Estados Unidos y Europa han reconocido la importancia de la GCT.

En un principio este método sólo se utilizaba en el sector privado y en empresas de fabricación, de donde los éxitos de la GCT han permitido a la difusión de sus principios y métodos hacia otros sectores, incluyendo servicios públicos. La lógica para adoptar los métodos de GCT son:

- Una mayor competencia requiere mejora continua de productividad y calidad.
- Los clientes deciden sus opciones de compra a partir de su percepción, de la calidad, determinando la posición competitiva de los proveedores.
- Una organización debe adoptar una filosofía de GCT para instaurar esta orientación hacia el cliente y ser capaz generar alta calidad en todo momento y al mínimo costo posible.

Recientemente se han elaborado algunos modelos generales de GCT. En Estados Unidos los primeros modelos se construyeron a partir las ideas de los padres de la calidad, como Deming, Jurán y Crosby. El sistema más elaborado desarrollado a partir de estas ideas fue el conjunto de criterios del Certificado de Malcolm Baldrige. Se ha convertido en un modelo de referencia de GCT en la Unión Americana.

Se puede definir una organización GCT por cuatro polos distintos de características:

- Ideas básicas
- Principios operativos
- Características de aplicación
- Resultados típicos

A continuación se describirán estos polos de características.

Aparecen las cinco ideas básicas (casi dogmas de fe de la GCT):

- Una clara orientación al cliente. La primera prioridad de una organización y de su personal es comprender y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. Para que la GCT sea eficaz se necesita clarificar las relaciones cliente interno/proveedores dentro de una

organización, para garantizar que las necesidades de los clientes internos se cubran por los proveedores internos.

- La GCT requiere la mejora permanente. La calidad es una filosofía que jamás termina y debe estar presente en la actitud de cada persona de la organización.
- La garantía de calidad de los procesos internos implica la creación de normas, se definen procedimientos para alcanzarlas y se garantiza el cumplimiento de éstos. La garantía eficaz de la calidad contiene la base para la mejora permanente (no se puede mejorar la calidad sin controlar la situación actual), y en contraste, una garantía de calidad eficaz conduce a la burocracia.
- La orientación al proceso. La calidad final de un producto o servicio depende de todos los procesos. Esto lleva a pensar en los procesos, procurar un método integrado para toda la cadena de producción y suministro, y de optimizar las relaciones interiores clientes-proveedores.
- Prevenir en vez de supervisar para lograr la calidad. A través de las medidas preventivas adecuadas (diseño idóneo, planificación correcta,
- formación selectiva, ultraje adecuado, comunicación eficaz), existirán menos errores de calidad, los clientes estarán mas satisfechos y necesitara una menor inspección y control. La teoría de los "costos de calidad" muestran que los costos y el tiempo empleado en medidas preventivas durante la planificación y diseño son inferiores a los costos de efectuar una inspección, buscar defectos, desechar y reparar.

Existen cinco principios operativos que distingue a las organizaciones con filosofía GCT requiere de trabajo en equipo GCT de las otras:

- La dirección y compromiso de cuadros directivos. La fuerza detrás de la GCT debe ser el compromiso, la visión y la dirección ejemplar de los cuadros superiores, que se transfieren a todos los niveles de gestión en una empresa.
- La GCT requiere trabajo en equipo. Las ventajas de la GCT reside en un trabajo en equipo eficaz y aún más cuando participa personal de diferentes departamentos. El trabajo en equipo es tanto un necesidad como un resultado de las estrategias eficaces de la GCT. El trabajo de equipo también aplica la colaboración con proveedores y posibles clientes, para examinar posibles campos de mejora.
- La calidad es tarea de todos. La calidad no es responsabilidad de un solo departamento. Conseguir la calidad es cumplir con acuerdos, satisfacer expectativas de los clientes y evitar desechos. Debería ser la norma para todos los procesos de la organización. Para su objetivo se requiere de la participación de todos los empleados en todos los niveles y en todos los departamentos.
- Centrarse en los hechos. Los debates y decisiones sobre actividades y asignación de recursos se deben basar en información fiable y relevante. esto aplica en todas las cuestiones relativas con los clientes, tanto internos como externos (¿qué necesidades tienen, qué piensan de nuestros

productos y servicios?, etc.). Importancia en el empleo de métodos adecuados de reunión y análisis de datos (incluyendo datos estadísticos) para preparar información relevante de manera oportuna y eficaz.

- La GCT se basa en resolución sistemática de problemas. Ello requiere de emplear herramientas y métodos adecuados para identificar puntos débiles y posibles campos de mejora, analizarlos, determinar las fuentes de los problemas (lo que pueda mejorarse), buscar mejora o solución y aplicarla.

Las organizaciones que cumplan estos principios y adopten estas ideas se convertirán en una organización GCT. Aunque hay muchas formas de aplicar estas ideas, la realidad indica que la mayoría de las organizaciones GCT presentan las siguientes características de aplicación:

- La formulación de una declaración de misión y posición no deja lugar a dudas. Esta pondrá en conocimiento y tendrá el acuerdo de toda la organización y sobre ella se aplicará la política de calidad.
- Creación de un manual de calidad, que describe la organización, su política, sus procesos esenciales y la responsabilidad y autoridad del personal. Este manual de calidad se acompaña de manuales operativos de los diferentes departamentos, que describen procesos a detalle.
- La formación sistemática del personal de toda la organización. Las necesidades de formación se analizan y suplen donde sea necesario, para garantizar que todos los empleados estén cualificados para las actividades que lleven a cabo y para las posiciones y responsabilidades que puedan asumir a futuro. La formación se acompaña de recursos humanos que recompensan el perfeccionamiento, el desarrollo profesional y los avances de la calidad.
- Se transfiere el poder decisorio al nivel más bajo posible. La mayor responsabilidad y autoridad de los empleados incrementa su compromiso y motivación, y fomenta la confianza y el apoyo mutuo en toda la organización. Existen menos escalones hacia los directivos y éstos desempeñan un papel más de entrenador que de controlador.
- Se solicita a los clientes sus comentarios en todo momento, frecuentemente a través de encuestas a los clientes regulares, con las que se pretende entender las necesidades y expectativas, comprobar su satisfacción con la calidad ofrecida y detectar nuevas tendencias. Las encuestas se realizan sistemáticamente para realizar cambios donde sea necesario.

Una organización que opera según los principios de la GCT obtendrá probablemente los siguientes resultados:

- Una calidad mejor y más sólida de los productos y servicios ofrecidos
- Una considerable disminución de defectos, desechos, problemas, reclamaciones, retrasos, etc.
- Innovaciones regulares y oportunas en productos y servicios
- Procesos eficaces y de bajo costo en toda la organización

- Una fuerza de trabajo altamente motivada, cualificada y con una confianza en sí misma.

## **CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Esta serie de normas relativas a los sistemas de calidad se crearon para emplearse en dos situaciones: contractuales y no contractuales.

En ambas condiciones la organización del proveedor desea implantar y mantener un sistema de calidad que fortalezca su propia competitividad y permita conseguir la calidad deseada del producto de una manera rentable.

Además, en situaciones contractuales el comprador está interesado en aquellos elementos del sistema de calidad del proveedor que influyen en la aptitud de éste para conseguir un producto o servicio que se ajuste a sus exigencias y a los riesgos asociados. En este caso, el comprador exige contractualmente que el proveedor incluya ciertos elementos en su sistema de calidad.

Un mismo proveedor estará implicado en los dos tipos de situaciones. El proveedor puede comprar algunos materiales o componentes normalizados, sin requisitos contractuales de aseguramiento de la calidad y por otra parte, comprar otros con requisitos contractuales de aseguramiento de calidad. El mismo proveedor puede vender algunos productos en condiciones no contractuales y otros en condiciones contractuales.

## **NORMAS EN SISTEMAS DE CALIDAD**

1. La norma UNIT-ISO 9004 proporciona una guía a todas las organizaciones para efectos de la gestión de calidad
2. Las normas UNIT-ISO 9001, UNIT-ISO 9002 y UNIT-ISO 9003 se utilizan para efecto de aseguramiento externo de la calidad en condiciones contractuales.

### ***4.7.3.3 Uso de normas para gestión de calidad***

La norma UNIT-ISO 9004 se debe considerar para efectos de desarrollar y aplicar un sistema de calidad y determinar la extensión con la que debe aplicarse cada elemento del sistema de calidad.

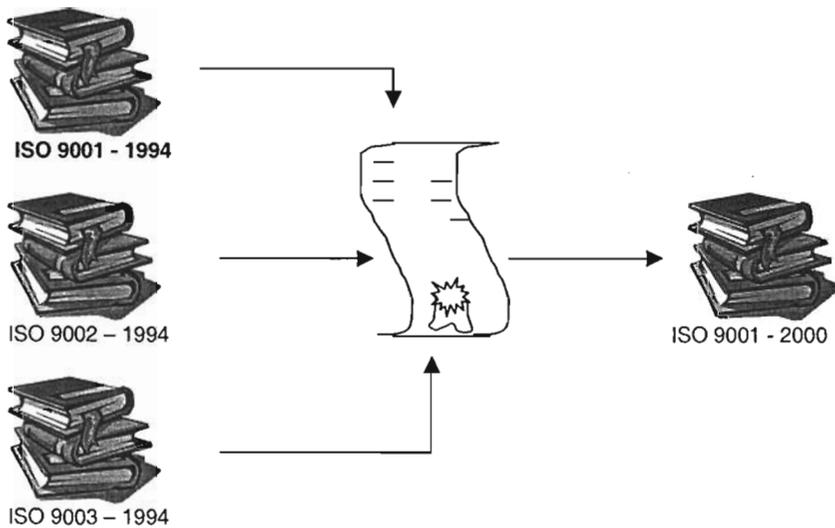
La norma UNIT-ISO 9004 da una guía en relación a los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan la calidad de los productos o servicios; en todas las etapas del ciclo de la calidad desde la detección de las necesidades hasta la satisfacción de los clientes. En la UNIT-ISO 9004 se hace especial énfasis en la satisfacción de las necesidades de los clientes, el establecimiento de las responsabilidades funcionales y la importancia de evaluar, al máximo posible, los

riesgos y beneficios potenciales. Todos estos aspectos deben ser considerados al establecer y mantener un sistema de calidad efectivo.

## USO DE NORMAS DE CALIDAD PARA CONDICIONES CONTRACTUALES

La selección y aplicación de un modelo de aseguramiento de calidad apropiado debe proporcionar beneficios, tanto al comprador como al proveedor. Al examinar los riesgos, costos y beneficios por ambas partes se determinará la extensión y la naturaleza de la información recíproca y de las medidas que cada parte debe tomar para dar la confianza suficiente de que se logrará la calidad deseada.

### Selección del Modelo de Aseguramiento de la Calidad



### Generalidades

De cada una de estas tres normas ISO (9001, 9002 y 9003), ciertos elementos del sistema de calidad han sido en tres modelos diferentes basados en la capacidad funcional u organizacional, que se exige a un proveedor de un producto o servicio:

1. UNIT-ISO 9001. Esta norma se aplica cuando la conformidad con los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor durante varias etapas que pueden incluir el diseño/desarrollo, la producción, la instalación y el servicio.

2. UNIT-ISO 9002. Se aplica cuando la conformidad con los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor durante la instalación.

3. UNIT-ISO 9003. Se aplica esta norma cuando la conformidad con los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor solamente en la inspección y ensayos finales.

## **ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN DE ISO 9001**

### **Alcance**

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad cuando un contrato entre las partes exige que se demuestre la capacidad del proveedor para diseñar y suministrar el producto.

Los requisitos establecidos en esta norma tienen el fin de prevenir la no conformidad en todas las etapas, desde el diseño hasta el servicio.

### **Campo de Aplicación**

Esta norma se aplica en situaciones contractuales cuando:

1. El contrato requiere específicamente una tarea de diseño, en cuyo caso los requisitos del producto, principalmente en términos de comportamiento, pueden estar establecidos en forma mandatoria o es necesario que se establezcan.

2. La confianza en la conformidad del producto se puede lograr a través de una demostración adecuada de la capacidad del proveedor en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

## **ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN DE ISO 9002**

### **Alcance**

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad cuando un contrato entre las partes exige que se demuestre la capacidad del proveedor para controlar el proceso que determina la aceptabilidad del producto suministrado.

Los requisitos establecidos en esta norma tienen como fin principal prevenir y detectar cualquier inconformidad durante la fabricación e instalación, así como implementar los medios necesarios para prevenir que no ocurra de nuevo.

## Campo de Aplicación

Esta norma se aplica en situaciones contractuales, cuando:

1. Los requisitos especificados para el producto están establecidos según un diseño o una especificación;
2. La confianza en la conformidad del producto puede lograrse mediante una demostración adecuada de la capacidad del proveedor en relación a producción e instalación.

## **ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN DE ISO 9003**

### Alcance

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad cuando un contrato entre las partes exige que se demuestre la capacidad del proveedor para detectar y controlar la disposición de cualquier producto no conforme durante la inspección y ensayos finales.

### Campo de Aplicación

Esta norma se aplica en situaciones contractuales, cuando la conformidad del producto con los requisitos especificados se puede demostrar, con una confianza apropiada, mediante una evidencia satisfactoria de las aptitudes del proveedor para efectuar las inspecciones y ensayos finales.

### ISO 9004

### Metas Organizacionales

Para alcanzar sus objetivos, las empresas se deben organizar para que los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan la calidad de sus productos y servicios estén bajo control.

Todo esto se debería orientar hacia la reducción, eliminación y la prevención de las deficiencias de calidad.

Un sistema de gestión de calidad debería desarrollarse y aplicarse con el fin de lograr los objetivos definidos en las políticas de calidad de la empresa.

### Conformidad de las Necesidades de la Empresa y del Cliente

Un sistema de gestión de calidad posee dos aspectos interrelacionados:

## 1. Los intereses y necesidades de la empresa

Para la empresa existe la necesidad de alcanzar y mantener la calidad a un costo óptimo. El logro de la calidad se relaciona con una utilización eficiente de los recursos materiales, humanos y tecnológicos de la empresa.

## 2. Las necesidades y expectativas de los clientes

Para el cliente existe una necesidad de confiar en la capacidad de la empresa que le dará la calidad deseada y para mantenerla.

## **RIESGOS, COSTOS Y BENEFICIOS**

Son factores de gran importancia, tanto para la empresa como para el cliente. Estos factores son esenciales para la mayoría de los productos o servicios.

### Riesgos

Para la empresa:

Se deben atender los riesgos relativos a servicios o productos deficientes que generan pérdidas de imagen, de mercado, quejas, reclamos, responsabilidades, pérdidas de recursos humanos y financieros

Para el cliente:

Riesgos relativos a la salud y seguridad del personal, insatisfacción sobre bienes y servicios, disponibilidad, quejas del mercado y pérdida de confianza.

### Costos

Para la empresa:

Costos debidos a ineficiencias en el mercado, incluyendo materiales insatisfactorios, reparaciones, reemplazos, pérdidas en producción, garantías y servicios de reparación a clientes.

Para el cliente:

Se debe considerar la seguridad, costo de adquisición, operación, mantenimiento, costos de fallas y reparaciones.

## Beneficios:

Para la empresa:

Se debe considerar el incremento de las ganancias y participación en el mercado.

Para el cliente:

Se debe considerar reducir costos, mejorar la aptitud para el uso, incrementar la satisfacción y confianza.

## Ciclo de la Calidad

El sistema de calidad se aplica en todas las actividades relacionadas con la calidad de un producto o servicio e interactúa con ellas. Esto incluye todas las fases: desde la identificación inicial hasta la satisfacción final de los requisitos y expectativas del consumidor.

Estas fases y actividades pueden incluir:

1. Investigación y estudios de mercado.
2. Ingeniería de diseño/especificación y desarrollo del producto.
3. Adquisiciones.
4. Planificación y desarrollo del proceso.
5. Producción.
6. Inspección, ensayos y examen.
7. Envasado y almacenamiento.
8. Ventas y distribución.
9. Instalación y operación.
10. Asistencia técnica y manutención.
11. Disposición después del uso.

#### **4.7.3.4 Factores de selección de normatividad**

Además de los criterios, los siguientes factores deben considerarse en la elección del modelo apropiado para un producto o servicio.

##### **1 . Complejidad del proceso de diseño**

Se refiere a la dificultad de diseñar el producto o servicio, si éstos aún deben diseñarse.

##### **2. Madurez del diseño**

Se refiere al grado en que el diseño total se conoce y se ha probado por medio de ensayos de funcionamiento o por la experiencia de campo.

##### **3. Complejidad del proceso de producción**

Este factor se refiere a:

- a) La disponibilidad de procesos de producción probados.
- b) La necesidad de desarrollar nuevos procesos.
- c) El número y variedad de procesos requeridos.
- d) La influencia de los procesos en el desempeño del producto o servicio.

##### **4. Características del producto o servicio**

Se refiere a la complejidad del producto o servicio, a las características relacionadas y si alguna de ellas es crítica en relación con el funcionamiento.

##### **5. Seguridad del producto o servicio**

Se refiere al riesgo de ocurrencia de una falla y a las consecuencias de esa falla.

##### **6. Consideraciones económicas**

Se refiere a los costos económicos de los factores, que afectan al comprador y al proveedor, comparándolos con los costos de un incumplimiento de especificaciones del producto o servicio.

## Demostración y Documentación

Los elementos del sistema de calidad deben estar documentados, comprobables de acuerdo a los requisitos del modelo seleccionado.

La demostración de los elementos del sistema de calidad se refiere a:

1. Si es adecuado el sistema de calidad (por ejemplo: en diseño, producción, instalación y servicio).
2. La capacidad para lograr la conformidad del producto o servicio con los requisitos especificados.

La naturaleza y el grado de demostración puede variar de una situación a otra, de acuerdo con criterios, como:

1. Consideraciones económicas, usos y condiciones de uso del producto o servicio.
2. La complejidad e innovación que se requiere para el diseño del producto o servicio.
3. La complejidad y dificultad de producir el producto o servicio.
4. La aptitud para juzgar la calidad del producto y su aptitud al uso, en base a ensayos del producto final.
5. Los requisitos de seguridad del producto o servicio.
6. El desempeño histórico del proveedor.

La documentación puede incluir manuales de calidad, descripciones de procedimientos relacionados con la calidad, informes de auditoría del sistema de calidad y otros registros de calidad.

## Evaluación Previa al Contrato

Las evaluaciones del sistema de calidad de un proveedor previas a un contrato se emplean para determinar la capacidad de éste para satisfacer los requisitos establecidos en UNIT-ISO 9001, 9002 o 9003 y, cuando sea el caso, los requisitos adicionales. En muchos casos las evaluaciones las realiza directamente el comprador.

Por acuerdo entre el proveedor y el comprador, la evaluación antes del contrato se puede delegar en una organización independiente de las partes. La cantidad o intensidad de las evaluaciones se puede disminuir aplicando

las normas UNIT-ISO 9001, 9002 o 9003 y reconociendo evaluaciones anteriores, realizadas de acuerdo a dichas normas, por el cliente o por una organización de evaluación independiente que se acuerde.

## Aspectos de Preparación del Contrato

### Adecuación a las necesidades particulares

Aunque la experiencia demuestra que se dispone de pocas normas, se puede elegir una que satisfaga las necesidades en la mayoría de las situaciones. Sin embargo, en ocasiones ciertos elementos del sistema de calidad indicados en la norma seleccionada se pueden eliminar y, en otras, se pueden incluir otros elementos. Si estas modificaciones son necesarias, se deben acordar entre el comprador y el proveedor y especificarlas en el contrato.

### Revisión de los elementos contractuales del sistema de calidad

Ambas partes deben revisar el contrato propuesto para estar seguros de que han entendido los requisitos del sistema de calidad, además de ser aceptados mutuamente, considerando los aspectos económicos y los riesgos de cada parte.

### Requisitos suplementarios de aseguramiento de calidad o del sistema de calidad

Puede ser necesario especificar en el contrato algunos requisitos suplementarios, como planes de calidad, programas de calidad, planes de auditoría de calidad, etc.

### Requisitos técnicos

Los requisitos técnicos del producto o servicio se definen en las especificaciones técnicas del contrato.

**ISO 9000.** Contiene las directrices generales para el uso de la serie de normas para el aseguramiento de la calidad. Indican la forma de establecer un entorno de calidad total, abarcando la administración de la calidad, la política de calidad y la forma de fijar un sistema de calidad, para lo cual dicta un proceso de acreditación de diez pasos.

1. Capacitación general
2. Elaboración por escrito de una política de calidad
3. Nombramiento de un representante de la calidad
4. Identificación de responsabilidades
5. Identificación de procesos empresariales

6. Elaboración por escrito de un manual de calidad
7. Procedimientos por escritura
8. Instrucciones de trabajo por escrito
9. Capacitación en la forma de utilizar el sistema
10. Implantación

## **ISO 9001:2000**

Esta norma señala los requisitos para un sistema de gestión de calidad que pueden ser utilizados por una organización para incrementar la satisfacción de sus clientes al satisfacer los requisitos establecidos por él y por las disposiciones legales obligatorias que sean aplicables. Asimismo puede ser utilizada internamente o por un tercero, incluyendo a organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para satisfacer los requerimientos del cliente, los obligatorios y los de la propia organización.

La estructura y conceptos de la norma **ISO 9001:2000** han evolucionado considerablemente en comparación con las versiones de 1994 (**ISO 9001/9002/9003**). Los requisitos de las versiones de 1994 se han ampliado en los siguientes puntos:

- Obtener el compromiso de alta dirección
- Identificar los procesos de la organización
- Identificar la interacción de estos procesos con otros
- Asegurarse de que la organización tiene los recursos necesarios para operar sus procesos
- Asegurarse de que la organización tiene los procesos para la mejora continua de la eficiencia del sistema de gestión de calidad
- Asegurarse del seguimiento a la satisfacción de los clientes

La norma **ISO 9001:2000** se constituye de los siguientes módulos.

- Módulo 1. Implementación del plan de administración de la calidad (Aplicable a todos los empleados).
- Módulo 2. Sistema de administración de calidad (Aplicable a todos los empleados).
- Módulo 3. Planeación (Aplicable al personal responsable de la planeación de la QSM Sistema de la Administración de Calidad)
- Módulo 4. Responsabilidad de la administración (Aplicable a la alta administración)
- Módulo 5. Responsabilidad organizacional (Aplicable a supervisores y empleados)
- Módulo 6. Revisión de la administración (Aplicable a la alta administración al equipo de la organización)
- Módulo 7. Documentación de requerimientos (Aplicable a toda la organización)

- Módulo 8. Administración de recursos (Aplicable a supervisores y a todos los administradores de recursos en la organización)
- Módulo 9. Planeación de la realización de productos (Aplicable a individuales en responsables de funciones para la planeación de realización de productos en la organización).
- Módulo 10. Procesos relacionados con el cliente (Aplicable a todos los responsables para la determinación, revisión y comunicación de productos y servicios).
- Módulo 11. Diseño y desarrollo (Aplicable a todas las organizaciones que diseñan y desarrollan productos y servicios)
- Módulo 12. Compras (Aplicable a todos los departamentos y responsabilidades individuales que compran conforme a lo convenido)
- Módulo 13. Producción y servicios (Aplicable a la producción y servicios de procesos deliberados y todos los empleados envueltos en el proceso)
- Módulo 14. Control, monitoreando y midiendo con dispositivos (Aplicable a individuales y a los responsables de funciones para establecer un monitoreo y medición. Con el fin de determinar los requerimientos del producto)
- Módulo 15. Medición, análisis e improvisación (Aplicable a todos los responsables de planeación, implementación y seguir un proceso de medición, análisis e improvisación)
- Módulo 16. Monitoreo y medición (Aplicable a todos los departamentos / responsabilidades para satisfacer al cliente, auditorías internas, el monitoreo y medición de procesos y productos)
- Módulo 17. Control de no conformidad de productos (Aplicable a todos los empleados involucrados en el control de no conformidad de productos)
- Módulo 18. Análisis de datos (Aplica a todos los individuales/departamentos responsables para la recolección de datos)
- Módulo 19. Improvisación (Aplicable a todos los empleados y a la alta administración)

## **ISO 9000:2000**

Esta norma es una introducción a las normas principales y un elemento vital de las nuevas series de normas sobre sistemas de gestión de la calidad, sirve para el entendimiento y uso de las otras tres normas, al proporcionar su base, a través de los fundamentos y un punto de referencia para comprender la terminología.

## **ISO 9004:2000**

Es un documento genérico que pretende ser utilizable como un medio para que el sistema de gestión de calidad avance hacia la excelencia.

El propósito de la norma **ISO 9004** (versión de 1994) es proporcionar directrices para la aplicación y uso de un sistema de gestión de calidad para mejorar el desempeño total de la organización. Esta orientación cubre el establecimiento,

operación (mantenimiento) y mejora continua de la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de calidad.

Implementar esta norma **ISO 9004:2000** pretende alcanzar no sólo la satisfacción de los clientes, sino también de todas las partes interesadas, incluyendo el personal, a los propietarios, accionistas e inversionistas, proveedores y socios.

Las normas se enfocan en veinte requerimientos; que son aquellos aplicables a cada nivel (**ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003**) que ilustran el balance de requerimientos y se muestran en la tabla 4.9.

	<b>ISO 9001</b>	<b>ISO 9002</b>	<b>ISO 9003</b>
Responsabilidad de la calidad	X	X	X
Sistema de calidad	X	X	X
Revisión de contrato	X	X	-
Control de diseño	X	-	-
Control de documentos de datos	X	X	X
Compras	X	X	-
Control de productos suministrados por el cliente	X	X	-
Identificación y capacidad de rastreo del producto	X	X	X
Control de procesos	X	X	-
Inspección de pruebas	X	X	X
Control de equipo de inspección, medición y prueba	X	X	X
Estado de la inspección y de las pruebas	X	X	X
Control del producto que no cumple con especificaciones	X	X	X
Acción correctiva y preventiva	X	X	-
Manejo y almacenamiento, empaque, conservación y entrega	X	X	X
Registros de control de calidad	X	X	X
Auditorías internas	X	X	X
Capacitación	X	X	X
Servicio	X	-	-
Técnicas estadísticas	X	X	X

*Tabla 4.9 Requerimientos de ISO 9001, 9002 y 9003*

#### **4.7.3.5 ISO 10006 (recomendación de procesos de administración de proyectos)**

Esta norma describe los elementos esenciales de los procesos de administración de proyectos para proporcionar resultados de calidad. Son dos los elementos para lograr proyectos de calidad; la calidad de los procesos y la calidad de los productos. Si se desconoce algunos de estos dos elementos tendrá un gran impacto en los productos del proyecto, los stakeholders del proyecto y la organización del proyecto.

Los estándares recomiendan que la creación y mantenimiento de procesos y productos de calidad requiere una estructuración y aprovechamiento sistematizado, con el apoyo de los *stakeholders* que necesitan ser comprendidos y conocidos.

La norma ISO 10006 recomienda los elementos esenciales de los procesos de administración de proyectos y está compuesta como se muestra de la siguiente manera:

- Procesos estratégicos.  
Seguimiento y la labor del administrador en los procesos del proyecto
- Interdependencia de procesos de administración  
Evaluar requisitos y hacer un plan de gestión del proyecto  
Gestionar interacciones durante el proyecto  
Prever y gestionar el cambio  
Cerrar los procesos y obtener retroalimentación
- Procesos relacionados al tiempo  
Estimar la duración de cada actividad  
Interrelacionar los objetivos temporales, las dependencias y su duración  
Controlar las actividades para ver si se cumple el programa o medidas para recuperarle
- Procesos relacionados al costo  
Estimar costos  
Elaborar un presupuesto para las estimaciones  
Control de costos y desviaciones
- Procesos relacionados con el alcance  
Definir lo que hace un producto sin demasiado detalle  
Medir y controlar las características del producto en un documento  
Identificar y documentar las actividades para lograr los objetivos  
Controlar el trabajo real llevado a cabo en el proyecto
- Procesos relacionados con el personal  
Definición de la estructura organizacional  
Localización del *Staff*

## Desarrollo del equipo

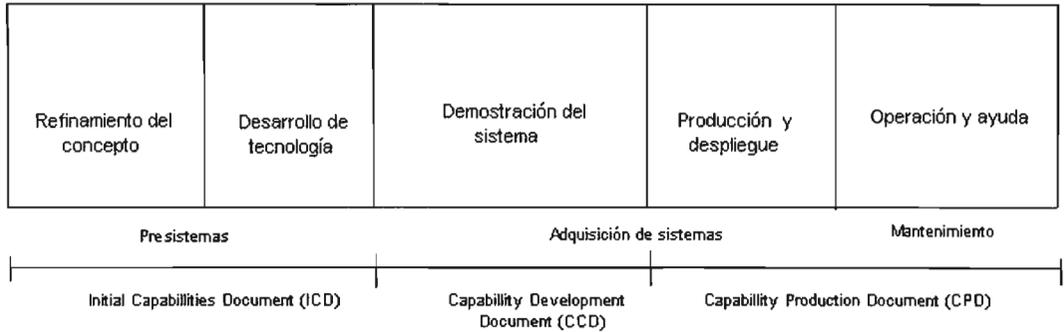
- Procesos relacionados con la comunicación
  - Planificar los sistemas de información y comunicación
  - Que los miembros tengan la información necesaria
  - Controlar la comunicación de acuerdo con el sistema de comunicación planificado
  - (Planeación de la comunicación
  - Administración de la información
  - Control de la comunicación)
- Procesos relacionados al riesgo
  - Identificación de riesgo
  - Evaluar la probabilidad que ocurra el riesgo
  - Elaborar planes para responder a los riesgos
  - Implementar y actualizar planes de riesgos
- Procesos relacionados a las compras
  - Identificar y controlar las compras y cuando se tienen que realizar
  - Recopilar requisitos técnicos
  - Qué proveedores nos van a suministrar
  - Asegurarse del rendimiento de proveedores/subcontratistas

### **4.7.3.6 DoD 5000.2 (adquisición del departamento de defensa)**

El DoD se aplica en proyectos de terminología y programas de adquisición.

Existe DoD 5000.1, que es la instrucción del sistema  
DoD 5000.2, que es una guía de operación de adquisición de la defensa

La descripción del marco de la instrucción de la defensa DoD 5000.2 establece un proceso simplificado y flexible para manejar todos los programas de adquisición. Este proceso designa el marco de gerencia de la adquisición de la defensa, es una serie de actividades que describe programas de adquisición de la defensa y se muestra en la figura 4.37.



**Figura 4.37 Esquema de adquisición del DoD**

El marco se divide en tres actividades: Adquisición de los presistemas  
Adquisición de los sistemas  
Mantenimiento

Las actividades se dividen en cinco fases: Refinamiento del concepto  
Desarrollo de la tecnología  
Demostración del sistema  
Producción y despliegue  
Operaciones y ayuda

Las fases que impulsan el sistema de adquisición y mantenimiento se dividen en seis esfuerzos:

- Integración del sistema
- Demostración del sistema
- Producción inicial de la tarifa baja (LRIP)
- Producción y despliegue de alta tarifa
- Mantenimiento
- Disposición

#### Actividades y necesidades del usuario

Las necesidades del usuario y contenido de trabajo de las oportunidades de la tecnología se dividen en dos áreas. Actividades de las necesidades del usuario y actividades tecnológicas de las oportunidades.

Actividades de las necesidades del usuario. Consisten en determinar las capacidades o requisitos deseados.

Actividades tecnológicas de las oportunidades. Ocurren dentro de laboratorios del DoD y centros de investigación académica o fuentes comerciales.

La identificación de oportunidades tecnológicas se logra por el programa de ciencia y tecnología de DoD (S&T). La misión del programa S&T es proporcionar a

los usuarios una tecnología superior en sus misiones y darles la posibilidad de ganar una guerra si se suscitara.

El documento inicial de las necesidades (ICD) es un documento de evaluación de los acercamientos que satisfaga lo más posible la capacidad deseada.

El DoD en la actualidad introdujo nuevos términos para documentar requisitos.

Documento Inicial de las Capacidades

Documento de Desarrollo de la Capacidad

Documento de la Producción de la Capacidad

Fases del ciclo de vida para adquisición de la defensa.

#### **Refinamiento del concepto**

Si propósito es desarrollar una estrategia del desarrollo de la tecnología (TDS)

#### **Desarrollo de la tecnología**

El propósito es reducir el riesgo de la tecnología y determinar el sistema apropiado de tecnologías que se integran en un sistema completo.

#### **Demostración del sistema (Desarrollo y Demostración del Sistema Propósito SDD)**

El propósito es desarrollar un sistema o un incremento en la capacidad, reducir el riesgo de la integración y de la fabricación (la reducción del riesgo de la tecnología ocurre dentro del desarrollo de la tecnología).

#### **Reducción y despliegue**

La finalidad es alcanzar una capacidad operacional que satisfaga las necesidades de la misión. La prueba operacional y la evaluación determinará la eficacia y la conveniencia del sistema.

#### **Operaciones y ayuda**

Su objetivo es la ejecución de un programa de ayuda de los requerimientos de funcionamiento operacionales que le ayuda a las reuniones y puedan mantener el sistema de manera rentable.

### **ENTRADAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Plan de administración de la calidad. Deberá describir cómo el equipo administrativo implementará su política de calidad. En la terminología de ISO 9000, deberá describir el sistema de calidad del proyecto: "La estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se necesitan para implementar la administración de la calidad".

El plan de administración de la calidad provee entradas al plan general del proyecto y comprende el control de calidad, aseguramiento de la calidad y mejoramiento de ésta.

Resultados de la mediciones del control de calidad. Son datos de ensayos de control y mediciones en un formato para su comparación y análisis.

Definiciones operacionales. Describe específicamente qué es algo y cómo se mide por el proceso de control de calidad. Por ejemplo, no basta decir que cumplir con las fechas planeadas es una medida de la administración de la calidad; el equipo administrativo indicará si cada actividad tiene que comenzar a tiempo o sólo terminar a tiempo; especificar si las actividades individuales serán medidas o únicamente serán medidas ciertas entregas.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Herramientas y técnicas de la planeación de la calidad. Las herramientas y técnicas descritas en la planeación de calidad pueden ser también usadas para aseguramiento de la calidad.

Auditorías de calidad. Es una revisión de otras actividades de la administración de la calidad. El objetivo es identificar las lecciones aprendidas que puedan mejorar el desempeño de este y otros proyectos dentro de la empresa. Las auditorías de calidad pueden ser programadas o aleatorias y ser ejecutadas por auditores internos entrenados adecuadamente, o por terceros, tales como agencias registradoras de sistemas de calidad.

## **SALIDAS DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Mejoramiento de la calidad. Incluye incrementar la efectividad y eficiencia del proyecto para proveer beneficios adicionales a los *stakeholders* del proyecto. En la mayoría de las situaciones, implementar las mejoras a la calidad necesitará cambios en la toma de acciones correctivas y será manejado de acuerdo a los procedimientos para el control de cambios general.

### **4.7.4 Control de calidad**

En el control de calidad se monitorean resultados específicos para determinar si éstos cumplen con los estándares relevantes de calidad e identificar formas de eliminar las causas de los malos resultados. Se deberá ejecutar a través de todo el proyecto.

Resultados de trabajo. Incluyen tanto resultados de procesos como de producto. La información acerca de resultados planeados o esperados (del plan de proyecto) deben estar disponibles junto con los resultados reales.

Plan de administración de la calidad. Similar al Plan de administración de la calidad indicado en las entradas de aseguramiento de la calidad.

Definiciones operacionales. Ibidem a las definiciones operacionales de las entradas de aseguramiento de la calidad.

Lista de chequeo. Herramienta que usualmente especifica a una industria o actividad, que se emplea para verificar qué requerimientos se han ejecutado. Las listas de chequeo pueden ser simples o complejas. Usualmente son frases como "¡haga esto!" o como "¿ha hecho esto?" Muchas organizaciones tienen listas de chequeo estandarizadas para asegurar la ejecución de manera frecuente.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD**

Inspección. La inspección incluye medición, examinación y ensayos para determinar si los resultados están de acuerdo a los requerimientos. Las inspecciones se pueden llevar a cualquier nivel (por ejemplo, los resultados de una actividad individual pueden ser inspeccionados o el producto final de un proyecto puede ser inspeccionado). A las inspecciones también se les llama repastos de producto, auditorías e inspecciones visuales.

Tablas de control. Las tablas de control son formas gráficas de los resultados, de tiempo, de un proceso. Se usan para determinar si los procesos están "bajo control" (por ejemplo, son las diferencias en los resultados, que suceden por variaciones aleatorias y cuando ocurren eventos inusuales en los que las causas se deben identificar y corregir). Cuando un proceso está bajo control, el proceso no debe ser ajustado. El proceso puede ser cambiado para proporcionar mejoras pero no debe ser ajustado mientras esté bajo control.

Las tablas de control pueden ser usadas para monitorear cualquier salida de variables del proyecto. Aunque se utilizan constantemente para monitorear actividades repetitivas como lotes de manufactura, también se usan para monitorear varianzas de programación y costos, el volumen y frecuencia de cambios al alcance, errores en los documentos del proyecto y otros resultados administrativos que ayudan a determinar si los "procesos administrativos de proyecto" están bajo control. La figura 4.38 muestra una tabla de control del desempeño de la programación en un proyecto.

Procesos para definir su implantación:

- Definir características de calidad (variables); es decir, características que se deben controlar
- Controlar condiciones de proceso (eliminar variables asignables a atribuibles)

- Toma de muestras de tamaño. Tomar  $K$  muestras,  $K \geq 25$ , el tamaño de muestras es el número de piezas que se van a tomar de cada muestra  $K$ .

$$(\bar{\chi}) = \frac{\sum_{i=1}^K \bar{\chi}_i}{K}$$

$$(\bar{R}) = \frac{\sum_{i=1}^K \bar{R}_i}{K}$$

donde  $\chi_i$  es el promedio tomado de 5 unidades;  $K \geq 25$ , puede variar de 2 a 10 unidades, donde  $R_i =$  Rango mayor – rango menor.

Límites de control.

Límite superior de control  $LSC_{\bar{\chi}} = \bar{\chi} + A_2(\bar{R})$  donde  $A_2 = 0.577$

Límite inferior de control  $LIC_{\bar{\chi}} = \bar{\chi} - A_2(\bar{R})$

Límite superior de control de rango  $LCS_R = D_4 \bar{R}$  donde  $D_4 = 2.114$

Desviación estándar (S)  $S = \frac{\bar{R}}{d_2}$  donde  $d_2 = 2.326$

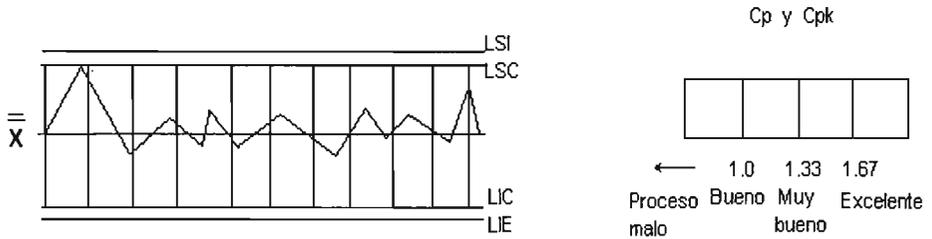
Capacidad de proceso  $Cp = \frac{LSE - LIE}{6(S)}$   $LSE =$  Límite Superior Especificado

$LIE =$  Límite Inferior Especificado

Habilidad del proceso

$$Cp_k = (1 - K)Cp$$

$$K = \left| \frac{LSE + LIE / 2 - \bar{\chi}}{LSE - LIE / 2} \right|$$



**Figura 4.38 Gráfica de tabla de control**

Ejemplo:

En un taller durante la elaboración de una pieza, para una medición se obtuvieron varias medidas, de las cuales la mayor fue de 0.4" y la menor fue de 0.3", y las demás lecturas se muestran a continuación. Elaborar una grafica  $\bar{X} - \bar{R}$

Muestra	X1	X2	X3	X4	X5	$\bar{x}_i = \frac{\sum x_i}{5}$	$R_i = \text{Rango mayor} - \text{Rango menor}$
1	0.33	0.32	0.37	0.36	0.34	0.344	0.05
2	0.31	0.36	0.36	0.37	0.35	0.35	0.06
3	0.34	0.36	0.37	0.35	0.37	0.358	0.03
4	0.36	0.37	0.38	0.35	0.35	0.362	0.03
"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"
$\Sigma =$						8.625	1.22

Parámetros

$$\bar{\chi} = \frac{8.625}{25} = 0.345$$

$$\bar{R} = \frac{1.22}{25} = 0.0488$$

Límites de control

$$LSC_{\bar{\chi}} = 0.345 + 0.577(0.0488) = 0.3731$$

$$LIC_{\bar{\chi}} = 0.345 - 0.577(0.0488) = 0.3168$$

$$LSC_{\bar{R}} = (2.114)(0.0488) = 0.1031$$

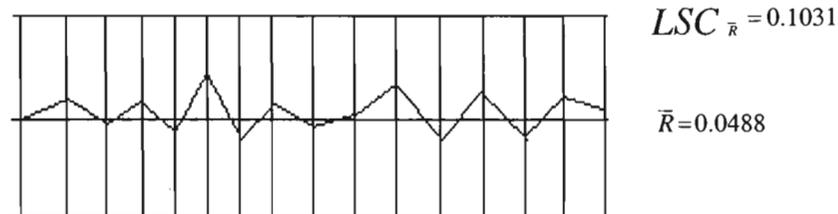
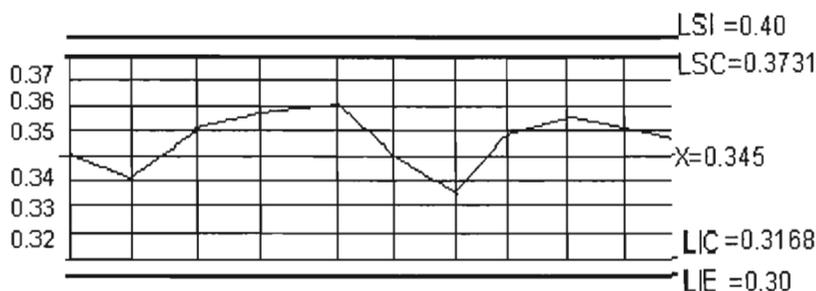
Desviación estándar (S)    Capacidad del proceso ( $C_p$ )

$$S = \frac{0.0488}{2.326} = 0.02098022 \quad C_p = \frac{(0.40 - 0.30)}{6(0.02098022)} = 0.79439904$$

Habilidad del proceso ( $C_{pk}$ )

$$K = \left[ \frac{\frac{(0.40 + 0.30)}{2} - 0.345}{\frac{(0.40 - 0.30)}{2}} \right] = 0.1$$

$$(C_{pk}) = (1 - 0.1)(0.79439904) = 0.7149591$$



Diagramas de Pareto. Es un histograma, ordenado por frecuencias de ocurrencia; muestra cuántos resultados se generaron por tipo o categoría de causa identificada.

El orden por rango se utiliza para guiar la acción correctiva; el equipo de proyecto toma una acción para arreglar problemas que causan el mayor número de defectos.

El diagrama de Pareto pone atención a los elementos que ocurren con mayor frecuencia.

Existen tres tipos de análisis de Pareto. Uno de ellos es el análisis básico que identifica algunos problemas donde requiere de más calidad en algunos sistemas. Otro es el diagrama de Pareto comparativo, que analiza el número de operaciones o de acciones del programa. Pero el diagrama de Pareto de mayor importancia proporciona factores adicionales como costo, tiempo y los más críticos.

El análisis de Pareto básico proporciona una evaluación de lo que ocurre con más frecuencia. Los pasos del análisis de Pareto son la recopilación de datos de la recepción de material y el proceso de inspección; la recepción se muestra en la siguiente tabla y su gráfica se muestra en la figura 4.39 a), en el que se cuantifica y grafica la frecuencia en la que ocurre para recepción de material e inspección y la identificación de los eventos más significativos, basándose en la frecuencia.

Abastecedor	Frecuencia de falla	Porcentaje de falla	Acumulación de porcentaje
A	13	38	38
B	6	17	55
C	7	20	75
D	9	25	100

El análisis de diagrama de Pareto se emplea para determinar el efecto de la acción correctiva, analiza la diferencia entre dos o más procesos y métodos. La figura 4.39 b) muestra el uso del método de Pareto comparativo que aprecia las diferencias en defectos después de la acción correctiva.

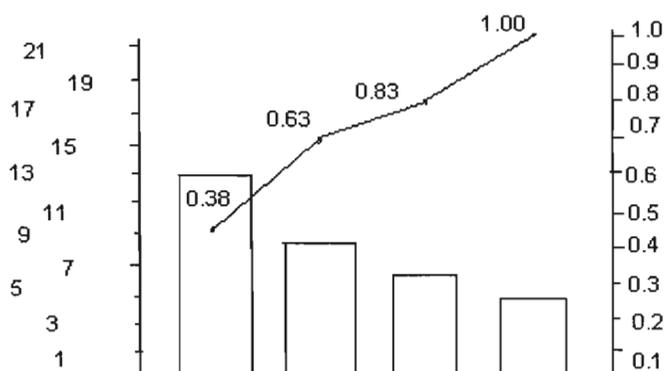


Figura 4.39 a) Análisis de Pareto básico

Antes de acción correctiva

Después de acción correctiva

100%

100%

50%

50%

capacitores soldadura cortos otros

soldadura cortos capacitores otros

Figura 4.39 b) Análisis de Pareto comparativo

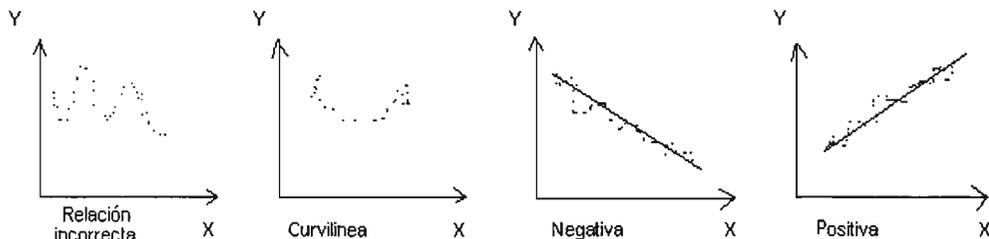
**Muestreo estadístico.** Implica escoger parte de una población de interés para inspección (por ejemplo, seleccionar diez muestreos de ingenieros de una lista de 75). El muestreo puede reducir el costo del control de calidad.

Existe el método de diagramas de dispersión que organiza datos usando variables dependientes e independientes, los datos se registran en una gráfica de coordenadas X, Y; que muestran la relación entre variables.

Las categorías de diagramas de dispersión se muestran en la figura 4.40, donde en el primer diagrama muestra una no correlación, los puntos se dispersan ampliamente.

El segundo diagrama muestra una relación curvilínea en forma de U. El tercer diagrama muestra una correlación negativa indicada en forma descendiente.

El último diagrama muestra una correlación positiva



**Figura 4.40 Diagramas de dispersión**

**Flujogramas.** Se muestran en las HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DE LA CALIDAD.

**Análisis de tendencias.** Hace uso de técnicas matemáticas para pronosticar futuros resultados; se basa en resultados históricos.

El análisis de tendencia se utiliza para monitorear:

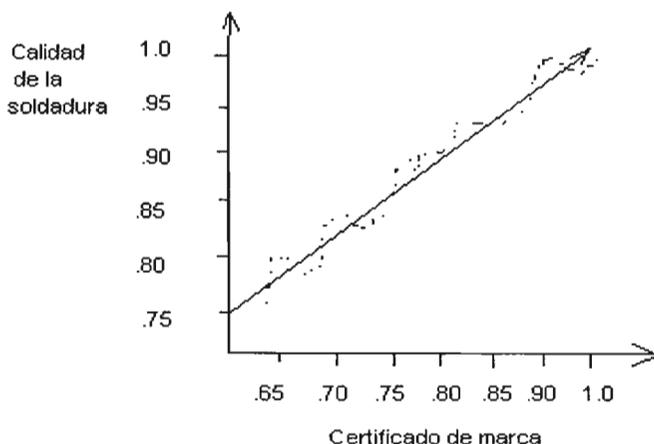
- Desempeño técnico. Cuántos errores o defectos se han detectado y cuántos no.
- Desempeño de costos y programación. Cuántas actividades por periodo fueron terminadas con varianzas significativas.

El análisis de tendencias determina la ecuación con la dispersión de datos; el análisis cuantifica las relaciones de datos. Determina la ecuación y las medidas de la primera ecuación de datos, también se le conoce como reducción de la medida de cuadro.

El análisis proporciona una ecuación que describe la relación entre variables dependientes (salida) y variables independientes (entrada).

La ecuación de regresión lineal proporciona una medida del cambio causado en las variables de salida, pero incrementa el cambio causado en las variables de entrada e incrementa el cambio de las entradas de variables independientes. Al utilizar este principio se puede predecir el efecto de cambio en el proceso.

El análisis de tendencias permite pronosticar y predecir qué es probable que ocurra en un futuro. Se basa en la regresión lineal que pronostica lo que sucederá. Su gráfica se muestra en la figura 4.41.



**Figura 4.41 Análisis de tendencias**

## SALIDAS DEL CONTROL DE CALIDAD

Mejoramiento de la calidad. El mejoramiento de la calidad incluye incrementar la efectividad y eficiencia del proyecto para proveer beneficios adicionales a los *stakeholders* del proyecto. En la mayoría de las situaciones, implementar las mejoras a la calidad necesitará cambios en la toma de acciones correctivas y será manejado de acuerdo a los procedimientos para el control de cambios general.

Decisiones de aceptación. Los trabajos inspeccionados serán aceptados o rechazados. Los trabajos rechazados pueden requerir labor repetida. Estos se describen en el TRABAJO ADICIONAL.

Trabajo adicional. Es una acción que se toma para realizar un trabajo defectuoso o que no cumple con los requisitos o especificaciones. El trabajo repetido, en especial el no anticipado, causa un costo elevado en la mayoría de las áreas de aplicación. El equipo administrativo debe hacer todo esfuerzo para minimizar el trabajo adicional.

Listas de chequeo terminadas. Son las listas que se mencionaron en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA CALIDAD (Listas de chequeo).

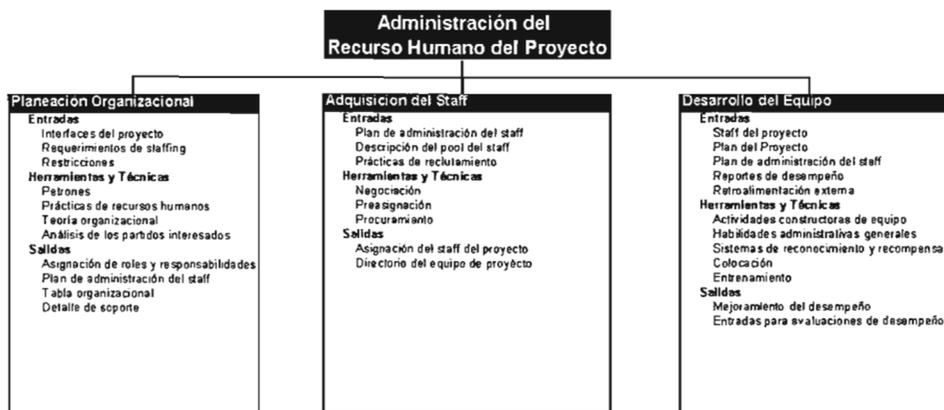
Procesos de ajuste. Los procesos de ajuste involucran correcciones inmediatas o acciones preventivas como resultado de mediciones de calidad. En algunos casos los procesos de ajuste son necesarios que se aborden de acuerdo a procedimientos generados para el control general de cambios<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Tema referido en la sección 4.3 Administración de la Integración.

## 4.8 Administración de los Recursos Humanos

Incluyen los procesos necesarios para hacer mejor uso del personal que trabaja en el proyecto. Esto incluye a los patrocinadores, clientes, contribuidores individuales, etc.

Procesos que integran la administración de los recursos humanos:



Planeación organizacional. Es identificar, documentar y asignar roles de proyecto, responsabilidades y relaciones de reporte.

Adquisición del Staff. Colectar recursos humanos necesarios para asignarles una responsabilidad en el proyecto.

Desarrollo del proyecto. Desarrollar habilidades individuales y de equipo para mejorar el desempeño del proyecto.

### 4.8.1 Planeación organizacional

#### DIVISIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRABAJO (DTE) o WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

Una división de la estructura de trabajo tiene las siguientes características:

- Se detalla en forma jerárquica todo el trabajo hasta el nivel de la tarea
- Muestra la organización interna del proyecto (responsabilidades y dependencias)
- Muestran fechas de inicio y término, recursos y responsables de cada tarea
- El desglose a nivel de tarea facilita la estimación, programación y control del proyecto

- La división de trabajo depende del tipo de proyecto, pudiendo ser por etapas, funciones, componentes, zona geográfica, etc.
- La cantidad de niveles depende de la complejidad del proyecto (pueden ser de 4 a 6 niveles)
- Si hay demasiados niveles se origina la creación de subproyectos, además de dificultar el sistema de control.

## El proyecto y la organización

La relación entre el proyecto y la organización depende del tamaño del proyecto, duración del proyecto, tipo de proyecto, impacto que produce en el medio ambiente, tipo de cliente, cultura, complejidad, recursos disponibles, circunstancias, modalidades y situación existente.

Existen cuatro enfoques básicos para organizar un proyecto.

- Organización funcional
- Organización proyectizada
- Organización matricial
- Organización compuesta

En la tabla 4.10 se muestran los principales tipos de estructura organizacional.

### 4.8.1.1 Tipos de estructura organizacional

Características Del Proyecto	Tipo de Organización	Funcional	Matriz			Projectizada
			Matriz Débil	Matriz Balanceada	Matriz Fuerte	
Autoridad del Administrador de proyectos	Poco o ninguna	Limitado	Bajo a Moderado	Moderado a Alto	Alto a Casi Total	
Porcentaje de Personal de la Organización Ejecutora Asignada de Tiempo Completo al Proyecto	Virtualmente ninguna	0-25%	15-60%	50-95%	85-100%	
Rol del Administrador de Proyectos	Medio Tiempo	Medio Tiempo	Tiempo Completo	Tiempo Completo	Tiempo Completo	
Títulos Comunes para el Rol del Administrador de Proyectos	Coordinador de Proyectos/ Líder de Proyectos	Coordinador de Proyectos/ Líder de Proyectos	Administrador de Proyectos/ Oficial de Proyectos	Administrador de Proyectos/ Administrador de Programa	Administrador de Proyectos/ Administrador de Programa	
Staff Administrativo de Administración de Proyectos	Medio Tiempo	Medio Tiempo	Medio Tiempo	Tiempo Completo	Tiempo Completo	

**Tabla 4.10 Influencia de las estructuras de trabajo**

**La organización funcional.** Se ilustra en la figura 4.42. Muestra la jerarquía donde cada empleado tiene un jefe inmediato. Los empleados se distribuyen por especialidad, como producción, mercado, ingeniería, etc. Las organizaciones funcionales tendrán el proyecto, pero el alcance percibido del proyecto será limitado a las acotaciones de su función. El departamento de ingeniería hará su trabajo, independientemente de los departamentos de manufactura y mercado. Si surge una pregunta de manufactura, se llevará a la cabeza del departamento que consultará con el jefe del departamento de manufactura.

## Ventajas

- Máxima flexibilidad en el empleo de recursos humanos.
- Los especialistas de un área funcional pueden ser empleados de distintos proyectos.
- Permite el crecimiento normal y desarrollo profesional de personas cuya especialización está en el área funcional.

## Desventajas

- El cliente no es el foco de las actividades de interés. El trabajo funcional es más importante que el proyecto.
- Esta organización no está orientada al problema, sino que a actividades del área funcional.
- Ambigüedad en la asignación de responsabilidades, lo que dificulta la coordinación y aumenta el tiempo de respuesta de requerimientos del cliente.
- Dificulta en manejo integral del proyecto.

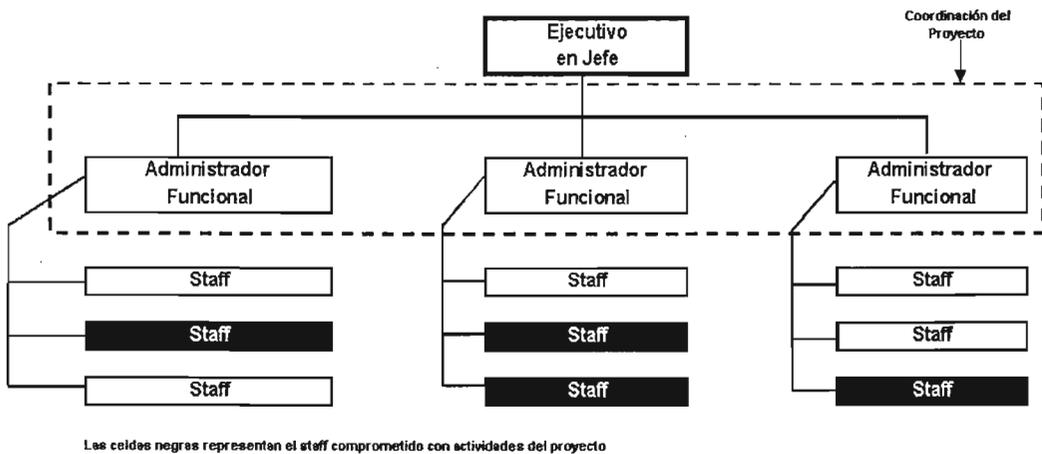


Figura 4.42 Organización funcional

**La organización proyectizada.** El esquema de esta organización se muestra en la figura 4.43. La mayor parte de los recursos de la organización se involucra en el proyecto, y los administradores del proyecto tienen una gran independencia y autoridad.

## Ventajas

- El administrador de proyecto tiene la responsabilidad total y un mayor grado de autoridad en el proyecto.
- Se mejora la coordinación y tiempo de respuesta hacia el cliente.
- Proyectos repetitivos aumentan la eficiencia y capacidad de especialistas.

- Mayor nivel de compromiso y motivación.
- Existe unidad y mando (un solo jefe).

#### Desventajas

- Varios proyectos simultáneos implican un aumento considerable de recursos (básicos y sofisticados).
- Necesidad de asegurar disponibilidad de recursos críticos que incrementan costos.
- Difícil acceso a la base tecnológica de áreas funcionales cuando requieren soluciones que no reconocen los especialistas.
- Tendencia a no respetar procedimientos y políticas generales de la organización.
- Fuerte división entre el equipo de proyecto y el resto de la organización.

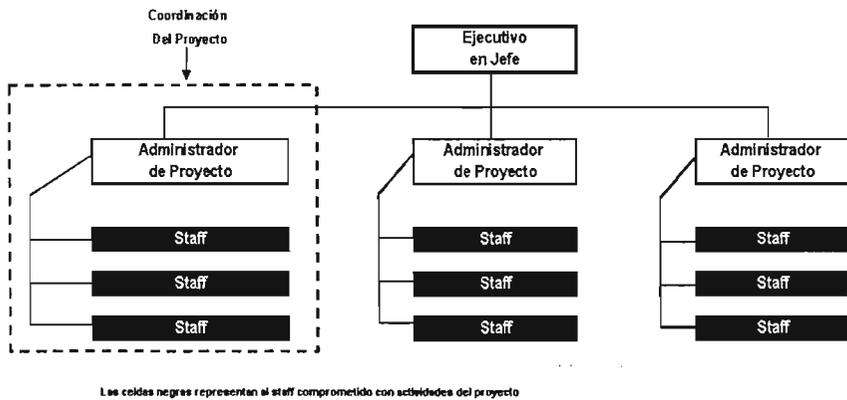


Figura 4.43 Organización Proyectizada

**Organización matricial.** Es una combinación de las organizaciones funcionales y las proyectizadas, la organización es en forma funcional; el nombre es de acuerdo a la manera de asignación de recursos. Existen tres tipos de matrices: matrices débiles que mantienen muchas características de una organización funcional y el rol de administrador de proyectos es más el de un coordinador que el de un administrador. Su representación se muestra en la figura 4.44, matrices fuertes que tienen muchas características de la organización proyectizada, administradores de tiempo completo con gran autoridad y personal administrativo de tiempo completo, su representación se muestra en la figura 4.45 y la matriz balanceada, que es una combinación de los dos tipos de matrices y se muestra en la figura 4.46.

#### Ventajas

- El proyecto es el punto de énfasis.
- Existe un gran acceso a la base tecnológica de las áreas funcionales y reduce la duplicación de recursos.

- Menor ansiedad respecto al futuro.
- Respuesta a clientes y flexibilidad muy rápida.
- Mayor consistencia con procedimientos y políticas de la organización.

### Desventajas

- El balance de poder del administrador de proyecto y jefes funcionales es delicado.
- El equilibrio de recursos asignados a cada proyecto puede generar roces entre administradores de proyectos.
- El compartimiento de responsabilidades es complejo. Para superar esto el administrador de proyecto decide qué y cuándo, y los jefes funcionales deciden quién y cómo.

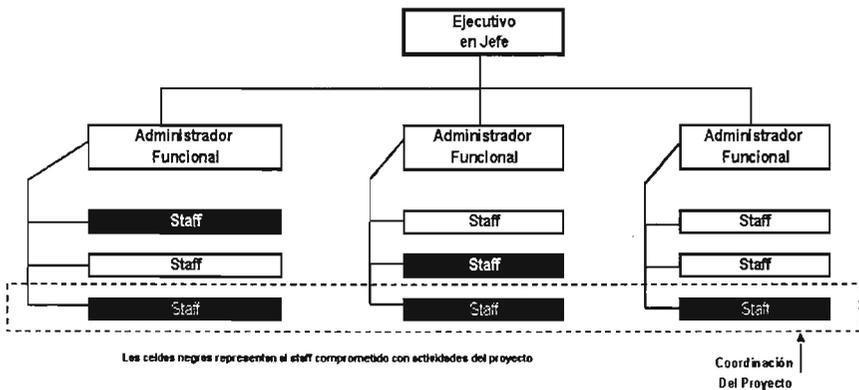


Figura 4.44 Matriz débil

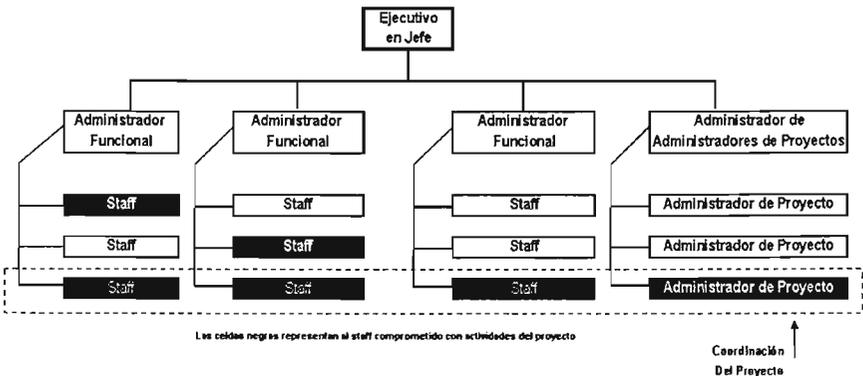


Figura 4.45 Matriz fuerte

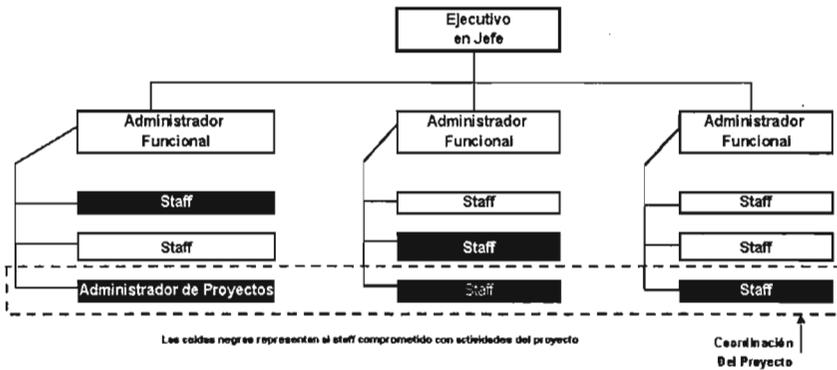


Figura 4.46 Matriz balanceada

**Organización compuesta.** La mayoría de las organizaciones modernas incluyen todas las estructuras mencionadas en varios niveles, su ilustración se muestra en la figura 4.47. En una organización fundamentalmente funcional puede crear un equipo especial de proyectos para encargarse de un proyecto crítico. Tal equipo tendrá características de un proyecto de una organización proyectizada, puede incluir personal de tiempo completo de distintos departamentos funcionales, puede desarrollar sus propios procedimientos operativos y puede operar fuera de la estructura estandarizada formalmente.

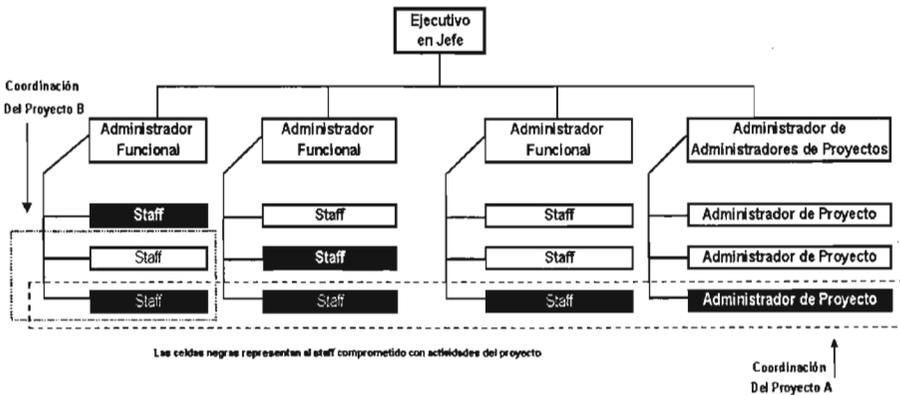


Figura 4.47 Organización compuesta

## ENTRADAS DE LA PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL

**Interfaces del proyecto.** Pueden ser cualquiera de las siguientes tres categorías:

- Interfaces organizacionales. Son relaciones de reporte formales o informales entre diferentes unidades organizacionales. Las interfaces pueden ser muy complejas o sencillas.
- Interfaces técnicas. Son las relaciones de reporte formales o informales entre distintas disciplinas técnicas.

- Interfaces personales. Son relaciones entre reportes formales o informales entre los diferentes individuos que trabajan en el proyecto.

Requerimientos del Staffing. Estos definen qué clases de habilidades son requeridas, de qué individuos o grupos y en qué lapsos de tiempo.

Restricciones. Son factores que limitan las ocupaciones del equipo de proyecto. Las opciones organizacionales de un proyecto pueden estar restringidas de muchas maneras. Algunos factores comunes que pueden restringir la organización del equipo de proyecto incluyen algunas de las siguientes:

- La estructura organizacional de la organización ejecutora. Una organización cuya estructura básica es una matriz fuerte, significa un papel relativamente más fuerte para el administrador del proyecto que aquél que tendría en una organización con estructura básica de matriz débil, como se muestra en las estructuras organizacionales.
- Los acuerdos colectivos laborales. Son acuerdos con sindicatos u otros grupos de empleados que pueden requerir ciertos roles o relaciones de reporte (en esencia, el empleado es un *stakeholder*).
- Preferencias del equipo administrativo del proyecto. Si los miembros del equipo administrativo del proyecto han tenido éxito con algunas estructuras en el pasado, probablemente propondrán estructuras similares en el futuro.
- Asignaciones esperadas de staff . La organización del proyecto algunas veces se influencia por las habilidades y capacidades de algunos individuos.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL**

Patrones. Aunque cada proyecto es diferente, pueden usarse los roles y responsabilidades o relaciones de reporte de un proyecto similar; pueden expandir el proceso de planeación organizacional.

Prácticas de recursos humanos. Muchas organizaciones tienen sus propias políticas, lineamientos y procedimientos que pueden ayudar al equipo administrativo del proyecto con aspectos de la planeación organizacional.

Teoría organizacional. El equipo administrativo del proyecto deberá estar familiarizado con la cuestión de la teoría organizacional, para poder actuar ante los requerimientos del proyecto.

Análisis de los stakeholders. Las necesidades de los stakeholders se deben analizar para desarrollar una visión lógica y metodológica de sus necesidades informativas y fuentes para cumplir con esas demandas para asegurar la satisfacción de sus necesidades.

El análisis debe considerar métodos y tecnologías apropiadas para el proyecto que puedan proveer la información que se necesita. Se debe tener cuidado de malgastar recursos en información innecesaria o tecnología inapropiada.

## **SALIDAS DE LA PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL**

Asignación de roles y responsabilidades. Los roles del proyecto (quién hace) y las responsabilidades (quién dice qué) se asignan a los stakeholders. Estos roles varían en tiempo (la actividad que se va a analizar) y quién la va a realizar.

Plan de administración del staff. Describe cómo y cuándo los recursos humanos serán adquiridos y retirados del equipo. Al retirar al personal que no se requiera se debe prestar especial atención, para lo cual se opta por los procedimientos adecuados:

- Reducir costos al reducir la tendencia a “producir trabajo” para rellenar el tiempo entre la actividad y la siguiente.
- Mejorar la moral al reducir o eliminar la incertidumbre sobre oportunidades de empleo futuras.

Tabla organizacional. Es un organigrama del proyecto que reporta las relaciones. Puede ser muy sencillo, dependiendo de la cantidad de personal involucrado en el proyecto. La estructura de desglose organizacional (OBS) es una tabla organizacional que muestra qué unidades organizacionales son responsabilidades y de qué trabajo lo son. En la tabla 4.11 se muestra una matriz de responsabilidades, en la que se observan las actividades de cada miembro y sus limitantes.

Detalle de soporte. El detalle para la planeación organizacional varía de acuerdo al área de aplicación y magnitud del proyecto. El plan no se limita a:

- Impacto organizacional. Las alternativas se descartan al organizar de esta manera.
- Descripción del trabajo. Son descritas por categorías, habilidades, responsabilidades, conocimiento, autoridad, etc.
- Necesidades de entrenamiento. Si el staff al que se va a asignar no tiene las habilidades necesarias para el proyecto, éstas se desarrollan como parte del proyecto (no se detendrá el equipo y aprenderá conforme avanza).

Adquisición de material	director de proyecto	director de oficio	conjunto de miembros	departamento de directivos	patrocinador de proyecto
Preparación de material		△	●	▲	
contacto de vendedores		△	●	□	
visita de vendedores	■	●	●	□	□
preparación (orden de adquisición)		●	▲		
expedición autorizada	○	■	□		
emplazar adquisición (ordenar)			△	●	
inspección de materiales brutos		□	△	●	
prueba de control de calidad		■	△	●	
actualización de inventario		▲	▲	●	
preparación de reporte de inventario			△	●	
retirar materiales		■	●		

- Responsabilidades del director general
- Responsabilidad especializada
- △ Debe ser consultado
- ▲ Puede ser consultado
- Debe ser notificado
- Debe ser aprovechado

**Tabla 4.11 Matriz de responsabilidades**

#### **4.8.2 Adquisición del Staff (personal)**

Es la adquisición de personal necesario para que sea asignado al trabajo (el equipo administrativo debe seleccionar cuidadosamente al personal que cumplirá los requerimientos del proyecto).

#### **ENTRADAS DE LA ADQUISICIÓN DEL STAFF**

Plan de adquisición del staff. Se describe en la sección de SALIDAS DE LA PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL.

Descripción del pool del staff. Cuando el equipo administrativo es capaz de dirigir las asignaciones del staff, debe considerar el potencial con que se dispone. Las consideraciones deben tener:

- Experiencia. Los individuos o grupos han tenido experiencia de trabajo similar o relacionado anteriormente.
- Intereses personales. Los integrantes o grupos están interesados en el proyecto.
- Características personales. Los grupos están dispuestos a trabajar juntos o en equipo.
- Disponibilidad. Los grupos más deseables estarán disponibles para trabajar en el marco de tiempo requerido.

Prácticas de reclutamiento. Las organizaciones involucradas deben tener políticas, lineamientos para la asignación del staff. Éstas actúan como restricciones en el proceso de adquisición del staff.

#### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA ADQUISICIÓN DEL STAFF**

Negociación. La asignación del staff se debe negociar en la mayoría de los proyectos; por ejemplo, los administradores funcionales son responsables de asegurar que el proyecto recibe el staff externo y apropiado en el lapso de tiempo.

Preasignación. En algunas ocasiones el staff está preasignado al proyecto, ya que éste es resultado de una propuesta competitiva y un staff específico se establece como parte del proyecto.

Procuramiento (adquisición). Se emplea para obtener grupos para realizar actividades en el proyecto. La adquisición es necesaria cuando la organización carece del staff necesario para terminar el trabajo.

#### **SALIDAS DE LA ADQUISICIÓN DEL STAFF**

Asignación del staff del proyecto. El proyecto tiene su staff completo cuando tiene al personal adecuado para realizar sus funciones asignadas.

Directorio del equipo de proyecto. Es la lista de todos los miembros que integran el equipo y es muy detallado o de amplio contexto. Se basa en las necesidades del proyecto.

### **4.8.3 Desarrollo del equipo**

Se enfoca a la mejora de habilidades de los *stakeholders* para contribuir como individuos, como mejorar las habilidades del equipo para funcionar como tal.

El desarrollo individual (administrativo y técnico) es la base que se necesita para desarrollar el equipo. El desarrollo del equipo es importante para lograr los objetivos del proyecto.

El desarrollo del equipo resulta muchas veces complicado cuando los miembros individuales del equipo se tienen como responsables, tanto a un administrador funcional como al administrador del proyecto (se describe con mayor detalle en las organizaciones matriciales).

## **ENTRADAS DEL DESARROLLO DEL EQUIPO**

Staff del proyecto. Las asignaciones del staff definen implícitamente las habilidades individuales y en equipo para trabajar.

Plan de proyecto. Es un documento formal, aprobado, utilizado para administrar y controlar la ejecución del proyecto. Debe ser distribuido como se define en el plan de comunicaciones del proyecto (por ejemplo, la administración de la organización ejecutora puede requerir una cobertura amplia con poco detalle, mientras que un contratista puede requerir detalles completos de un solo tema).

Se debe hacer una distinción clara entre el plan del proyecto y la línea de base para la medición de la ejecución del proyecto. El plan del proyecto es un documento o colección de documentos que se estima que cambie varias veces. La línea de base para la medición de la ejecución representa un control administrativo que habitualmente cambia de manera interrumpida y generalmente sólo en respuesta a un cambio del alcance del proyecto.

Hay muchas maneras para organizar y presentar el plan del proyecto, pero comúnmente incluye todos los siguientes (estos ítems se describen con más detalle en otro sitio del documento):

- Charter del proyecto.
- Una descripción de la aproximación o estrategia administrativa del proyecto (resumen de los planes individuales de las otras áreas de conocimiento).
- Un documento de alcance, que incluye tanto los productos del proyecto como los objetivos de éste.
- Una división de la estructura de trabajo (WBS) hasta el nivel en el que el control será ejecutado.

- Estimativos de costos, fechas programadas de comienzo y la asignación de responsabilidades hasta el nivel en el que se ejecutará el control de la WBS.
- Líneas de base para la medición de la ejecución del cronograma y costos.
- Hitos principales y las fechas meta para éstos.
- Personal clave o requerido.
- Riesgos claves, incluyendo restricciones y suposiciones, y las respuestas planeadas para cada una de ellas.
- Planes administrativos subsidiarios, incluyendo planes administrativos y de alcance, plan de administración del cronograma, etc.
- Otras salidas de la planeación del proyecto deben ser incluidas en el plan formal, basado en las necesidades individuales de cada proyecto. Por ejemplo, el plan de proyecto para un proyecto grande generalmente incluye un organigrama del proyecto.

Plan de adquisición del staff. Describe de qué forma y cuándo serán adquiridos los recursos humanos y cuándo serán retirados de proyecto. Se describe con mayor detalle en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL de esta sección.

Reportes de desempeño. Involucran coleccionar y diseminar (asimilar) la información de desempeño, de manera que pueda proporcionar información a los *stakeholders* sobre la utilización de recursos para satisfacer los objetivos del proyecto.

Este proceso incluye:

- Reportes de status – Describiendo cómo se encuentra el proyecto en este momento.
- Reportes de progreso – Describen qué es lo que el equipo del proyecto ha completado.
- Pronósticos – Es predecir el futuro status y progreso.

Los reportes de desempeño deberán proporcionar información sobre alcance, programación, costo y calidad. Muchos proyectos también requieren información sobre riesgo y adquisición. Los reportes pueden ser preparados de manera comprensiva o sobre una base de excepción.

Estos reportes se verán con mayor detalle en el área de administración de las comunicaciones del proyecto, en los **REPORTES DE DESMPENÑO DEL PROYECTO.**

Retroalimentación externa. El equipo de proyecto debe autoevaluarse periódicamente, contra expectativas de desempeño de aquéllas que están fuera del proyecto.

## HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DEL DESARROLLO DEL EQUIPO

Actividades constructoras del equipo. Incluyen acciones individuales o administrativas que se forman de manera específica para la mejora del equipo. Las actividades constructoras varían desde una reunión de unos minutos a una reunión extendida, fuera del lugar de trabajo, para mejorar las relaciones entre los *stakeholders*.

Habilidades administrativas generales. La administración en general es un tema amplio que trata con todos los aspectos de la administración de una organización en producción. Entre otros temas incluye:

- Contabilidad y finanzas, ventas y mercadeo, investigación y desarrollo, manufactura y distribución.
- Planeación estratégica, planeación táctica y planeación operacional.
- Estructuras organizacionales, comportamiento organizacional, administración de personal, prestaciones, beneficios y caminos de ascensos.
- Administración de relaciones de trabajo a través de la motivación, la delegación, supervisión, construcción de equipos de trabajo, manejo de conflictos y otras técnicas.
- Manejo de uno mismo por medio de técnicas de administración del tiempo, manejo de estrés y otras técnicas.

Las habilidades de administración general proporcionan la mayoría de los fundamentos para construir habilidades administrativas de proyecto. Muchas veces necesarias para el administrador de proyectos. En cualquier proyecto las habilidades de un gran número de áreas de administración general pueden ser necesarias. Estas habilidades están bien documentadas en la literatura de administración general y su aplicación es la misma en un proyecto.

Sistema de reconocimiento y recompensa. Son sistemas que promueven y refuerzan el comportamiento deseado. Para que sean efectivas los sistemas deben hacer un enlace entre el desempeño y una recompensa clara que es posible lograr. Por ejemplo, un administrador de proyectos que será recompensado por cumplir los objetivos de costo deberá tener un nivel apropiado de control del staff y las decisiones de adquisición.

Colocación. Involucra la asignación de los elementos más activos del equipo de proyecto en el mismo lugar de trabajo para mejorar su habilidad de desempeño.

Entrenamiento. Incluye todas las actividades diseñadas para la mejora de habilidades, conocimiento y capacidades del equipo de proyecto. Si los miembros del equipo carecen de habilidades técnicas, a éste se le debe entrenar. Los costos directos e indirectos para este entrenamiento generalmente son pagados por la organización ejecutora.

## SALIDAS DEL DESARROLLO DEL EQUIPO

Mejoramiento del desempeño. La salida del desempeño del proyecto es el mejoramiento del desempeño. Pueden ser varias las formas para mejorar y pueden afectar el desempeño del proyecto, por ejemplo:

- Mejoramiento de habilidades individuales, pueden permitir a una sola persona desempeñar mejor sus actividades.
- Mejoramiento de comportamiento del equipo (como la localización y manejo del conflicto); pueden permitir al equipo dedicar mayor esfuerzo en actividades técnicas.
- Mejoramiento de actividades individuales o capacidades del equipo que pueden identificar y desarrollar mejores maneras de hacer el trabajo.

Entradas para evaluaciones de desempeño. Los miembros del staff deben proporcionar las entradas a las evaluaciones de desempeño de cualquier miembro del staff con el que interactúan significativamente.

### 4.9 Administración de las Comunicaciones

Dirigir la administración de proyectos hacia las Matemáticas y aspectos cuantitativos como análisis lineales y árboles de decisión, sin considerar las comunicaciones harán de los proyectos un desastre. La gerencia de proyectos de cada compañía debería establecer metodologías y contratar personal (o capacitar) con habilidades de comunicación excelentes para alcanzar las metas establecidas.

Las costumbres de cada país influyen drásticamente en la manera que se desarrollan los proyectos; por ejemplo, las empresas establecidas en nuestro país no tienen canales y métodos de comunicación apropiados; el resultado es de todos conocido. Un elemento importante que no debemos olvidar es *escuchar en forma activa*, así estaremos seguros de que la información recibida no sufrirá modificaciones y, además, nos conducirá al desarrollo personal.

Comunicarse implica el intercambio de información por medio de planes, políticas, procedimientos, objetivos, estrategias, estructura de la organización, cartas, faxes, correo electrónico y demás medios que se puedan crear.

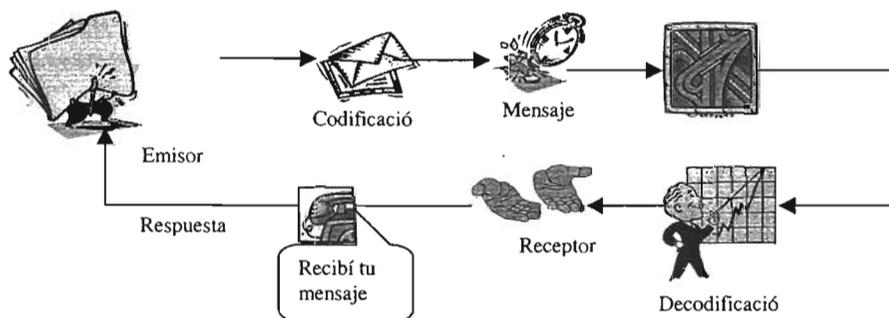
El proceso de comunicación se compone de:

- Emisor. Es quien envía el mensaje
- Codificación. Manera en que la información será transmitida (oral, escrita, gestual o por señas)
- Mensaje. Lo que el emisor quiere expresar o decir
- Canal. Medio por el que viaja el mensaje (Ej. Internet, transporte aéreo o terrestre, etc.)
- Decodificación. Interpretación que el receptor dará al mensaje. En esta etapa debemos cuidar que la información no sea malinterpretada

- Receptor. Persona que recibe el mensaje y debe generar una respuesta
- Realimentación. Respuesta que dará el receptor al emisor cerrando el ciclo.

Premisas:

1. El contenido de la información será claro y específico
2. Expectativas y percepciones entre emisor y receptor
3. Establecer los medios óptimos para el intercambio de información
4. El mensaje registra modificaciones antes de llegar al receptor y éste podría malinterpretarlo si no escucha o pone atención al emisor
5. Planeación y respuesta oportuna del mensaje recibido

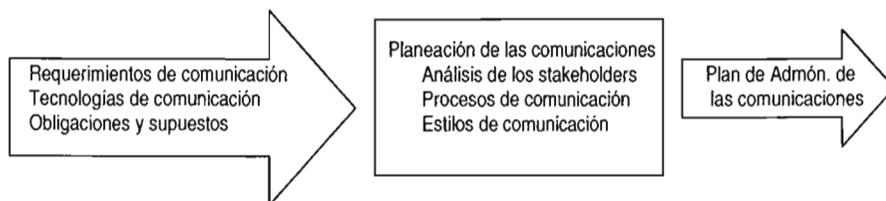


**Figura 4.47. Representación gráfica de un modelo de comunicación típico**

**Definición** La administración de las comunicaciones son los procesos que asegurarán la reunión, generación, distribución, almacenamiento y registro de toda la información a través de conceptos, modelos y técnicas que satisfagan las necesidades del proyecto. Por ejemplo, cómo, cuándo, de qué manera y a quiénes informar el desempeño actual de los trabajos.

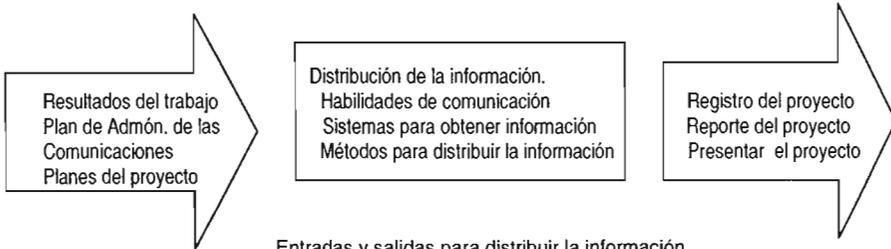
#### 4.9.1 Procesos que integran la administración de las comunicaciones

**Planeación.** Descripción de la información que será proporcionada a los stakeholders y establecer los canales apropiados para lograrlo. La planeación tendrá gran impacto debido a las tecnologías utilizadas.



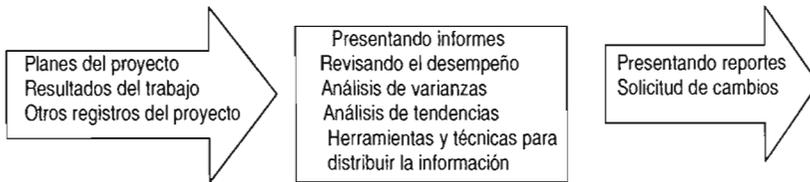
Entradas y salidas para la planeación de las comunicaciones

Distribución de la información. La información estará disponible en cualquier momento que lo requieran los *stakeholders* (conforme a los planes establecidos) Es una manera de responder a solicitudes inesperadas de información.



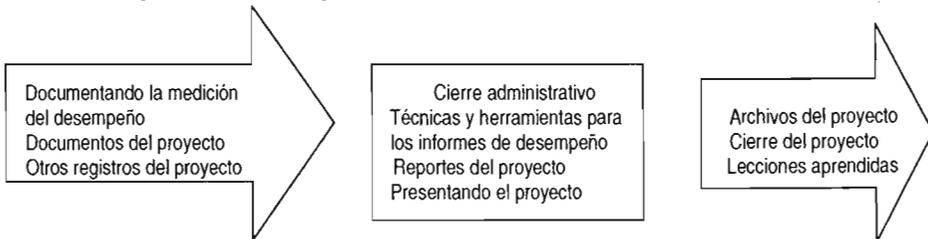
Entradas y salidas para distribuir la información

Presentando reportes (Información del desempeño utilizando el EVM). Asegura que la información será reunida y distribuida basándose en los recursos empleados que son necesarios para elaborar los planes del proyecto. Ejemplos son los informes de estado y reportes de progreso del alcance, programa, costo y calidad.



Entradas y salidas para presentar informes

Cierre administrativo. Los resultados del proyecto son documentados y archivados. El PMBOK® sugiere que estos procedimientos se realicen *en el cierre de cada fase y al final del proyecto.*



Entradas y salidas para el cierre administrativo

## 4.9.2 Planeación de las comunicaciones

En la fase de planeación se definen las políticas y procedimientos de comunicación que utilizará el administrador de proyectos para informar a la organización y *stakeholders* el estado del proyecto



Figura 4.48. Requerimientos de planeación

A menudo los líderes de proyecto son los que determinan los elementos necesarios para efectuar la planeación; los más importantes son:

- o Requerimientos de planeación. Necesidades que demandan los *stakeholders*, patrocinadores y la organización, comenzando por los que tengan mayor prioridad.

Es necesario determinar con anticipación las necesidades de los *stakeholders*; esto implica establecer qué clase de información, cuándo, cómo y de qué manera les será proporcionada. (Ej. la documentación que requiere la gerencia es diferente a la que solicitan el resto de los *stakeholders*)

- Conocer los requerimientos. El administrador de proyectos es responsable de supervisar todos los aspectos que afectarán el desarrollo del proyecto. Sus subalternos (Ej. Ing. de sitio, Ing. de ventas, negociadores, contadores, auditores, abogados, etc.) generarán informes que el líder de proyectos controlará y certificará. Cualquier detalle que omita tendrá impactos inesperados en el ciclo de vida del proyecto.
- Métodos de comunicación. Procedimientos, canales y estilos de comunicación aplicados por el administrador de proyectos para comunicarse con su entorno. Las metodologías de comunicación están clasificadas en niveles; ejemplos: Comunicación descendente (Top-down), abotonado (bottom-up) y medio (middle-out).
- Restricciones y supuestos La organización establece la cantidad de recursos, costo, tiempo y desempeño necesarios para comenzar el proyecto basándose en estudios de mercado, viabilidad, pronósticos y resultados a mediano y largo plazo. Cuando las evaluaciones indican que el proyecto no es viable, será necesario tomar la decisión de reducir recursos o cancelar por completo los trabajos.

### 4.9.2.1 Niveles de comunicación

Las organizaciones y administradores de proyectos definen sus políticas de comunicación basándose en cuatro niveles: *comunicación ascendente*, *comunicación descendente*, *comunicación horizontal* y *comunicación diagonal*.



Comunicación descendente. La comunicación fluye desde los niveles más altos hasta los niveles más bajos de la organización por medio de instrucciones de trabajo, memorandos oficiales, enunciados de políticas, procedimientos, manuales, publicaciones, reglas, órdenes e informaciones y cartas constitutivas. Los altos ejecutivos dialogan y escuchan a todos los niveles de la organización

Ejemplos: gráficas, folletos, avisos, cartas de la gerencia, periódicos o revistas internas, películas, voceros, etc.

Comunicación ascendente. La comunicación fluye desde un nivel más bajo que el receptor. (Ej. un obrero que platica con el ingeniero de sitio acerca de la ubicación de la puerta del cuarto donde estará un conmutador de telefonía celular)

Los administradores de proyectos utilizan esta clase de comunicación para mantener mayor control sobre los trabajos y el personal, además de tomar las decisiones más acertadas para el proyecto. Algunas fuentes de comunicación comunes:

- o Buzones de sugerencias
- o Reuniones grupales
- o Procedimientos en caso de conflictos laborales
- o Reportes e informes
- o Quejas
- o Medición de desempeño del personal

Comunicación lateral u horizontal. La comunicación es en el mismo nivel. Por ejemplo, relación entre amigos, reuniones entre ingenieros de distintas áreas, gerentes de diferentes compañías, administradores de proyectos de la empresa, etc. Algunas compañías aún siguen omitiendo este tipo de comunicación.

La comunicación lateral proporciona la coordinación e integración de las diversas funciones de la organización y en consecuencia de los proyectos. Incluye: Juntas, comités, consejos, mesas redondas, acuerdos laborales, etc.

Comunicación diagonal. Es el canal menos usado. La comunicación es importante en situaciones donde los miembros no pueden comunicarse eficientemente por medio de otros canales. En ocasiones este canal acorta tiempos y esfuerzos a la organización.

En países como Estados Unidos utilizan las técnicas *bottom-up* (*abotonarse*) y *Middle-up* (*de la mitad hacia abajo*). En Bottom-up cada integrante que interviene en el proyecto es informado de las acciones que serán tomadas para ponerlas a su consideración; el objetivo será generar cambios solamente cuando sea necesario y estando de acuerdo todas las partes participantes del proyecto. La segunda técnica sirve como apoyo hacia todos los niveles de la organización, donde habrán de implementarse cambios; será necesario generar esfuerzos para encontrar y comunicar los beneficios que tendrán los cambios.

#### **4.9.2.2 Elementos para elaborar planes de comunicación**

Todas las compañías establecen políticas y procedimientos de diferente manera; los requerimientos mínimos son:

1. Procedimientos para obtener, distribuir y guardar la información (esto es, qué quiere cada persona y de qué manera)
2. Niveles o metodologías de comunicación
3. Descripción de la información por medio de formatos, contenidos, niveles detallados, etc.
4. Estableciendo tiempo para emitir la información. (reuniones diarias, semanales, mensuales o semestrales con los *stakeholders*)
5. Estructura de la información (quién lo envía, destinatarios y métodos usados para este fin)
6. Procedimientos en caso de requerir solicitudes adicionales
7. Medios para actualizar el plan
8. Recomendaciones de los *stakeholders*

9. Negociaciones de los *stakeholders* y los administradores de proyectos. Implica la participación de los administradores funcionales para proporcionar recursos que apoyen al proyecto, contratar con los proveedores el suministro del equipo, materiales y servicios que sustenten al proyecto, pactar con el cliente los logros que serán obtenidos por el proyecto y establecer con qué condiciones se cumplirán los costos, tiempos y objetivos de rendimiento técnico, acuerdos con los integrantes del equipo, preparar informes acerca del avance del proyecto, aportar y lograr la cooperación de diversos grupos beneficiarios, incluyendo sindicatos, dependencias de gobierno, asociaciones, etc.

#### 4.9.3 Distribución de la información

La información estará disponible en cualquier momento que los *stakeholders* lo soliciten. Generalmente desean saber cuál será el plan a seguir en el proyecto, los resultados del trabajo realizado, fechas para conocer el avance y cambios del proyecto y la manera en que recibirá la información que demanda (fax, correo electrónico, base de datos, acceso a intranets, revisiones, mensajería, etc.)



Figura 4.49. Elementos para distribuir la información

##### 4.9.3.1 Elementos que involucran la distribución de información

Habilidades de comunicación. Los administradores de proyectos e ingenieros son los que tienen mayor contacto con los clientes e incluso con el resto de los *stakeholders*. La manera en que ambas partes logren acuerdos dependerá de las cualidades y técnicas usadas por los primeros.

Sistemas para obtener la información. Establecer los mejores medios para enviar la información a la organización y resto de los *stakeholders*; ejemplos son: faxes, correo electrónico, mensajería instantánea e Internet.

Sistemas para distribuir la información. Maneras en que la información será repartida a los diferentes niveles de la organización. Los métodos comúnmente usados son la *comunicación formal, informal, no verbal, oral, escrita y corporal.*

#### **4.9.3.2 Clases de comunicación**

Comunicación formal Involucra a los altos niveles dentro de la organización, clientes, contratistas y grupos funcionales.

Comunicación informales Consideran a todos los niveles de la organización donde el contacto social es un factor importante. Ejemplos son amigos del trabajo e intercambio de ideas dentro de las oficinas.

Esta clase de comunicación es muy útil para el administrador de proyectos porque le permite estrechar la relación con su equipo de trabajo y valorar la manera en que podría realimentar a la organización funcional empleando líderes funcionales como fuente de información acerca del proyecto y sus beneficiarios, así como determinar el impacto que tendrá en el medio; esto se reflejará en la actitud y comportamiento de la gente en la actitud y comportamiento de la gente en la organización funcional.

Comunicación oral. Con frecuencia es frente a frente o por otros medios como el teléfono y messenger. Encontramos aplicaciones en foros de discusión, aclaraciones, realimentaciones, etc.

Comunicación no verbal. Relacionada con expresiones faciales, tono de voz, tacto, olfato y movimientos corporales, estética, creatividad musical, gusto por las artes, señales saludos, uso de banderas, bocinazos, mímica, anuncios y llamadas de urgencia, simbología religiones, enfatizando el ego, razonamiento cognoscitivo y respuesta al estímulo.

La comunicación corporal puede ser *positiva o negativa*. La comunicación corporal positiva incluye contacto visual y directo, sonrisas, ademanes con la mano, gestos de aprobación, etc. La segunda involucra ademanes de desaprobación, mentadas, bostezos y distracciones, entre otros.

<sup>23</sup>Los interlocutores necesitan ser sensibles al lenguaje corporal que refleja la diversidad cultural de los participantes...

Comunicación escrita. Los mensajes son redactados utilizando formatos específicos para después ser enviados por faxes, cartas, informes, planos, correo tradicional y electrónico o por mensajería instantánea.

---

<sup>23</sup> Gido Jack y Clements P. James. *Administración exitosa de proyectos*. International Thompson Editores, 1999. 408P.

La información debe cumplir con los siguientes requerimientos:

1. *Enfatizar las ideas principales del tema a tratar y cuidar la buena redacción del documento.*
2. *Utilizar materiales de apoyo como láminas, planos o tablas para que las ideas principales sean captadas por el receptor.*
3. *Evitar palabras extrañas o demasiado técnicas, excepto cuando existan apéndices donde sean explicadas las definiciones a las que hace referencia el autor del contenido.*
4. *Objetividad del mensaje.*
5. *Estructura lógica de la información.*
6. *El mensaje deberá comunicar solamente lo que se quiere decir.*
7. *Evitar informes demasiado detallados porque volvería muy compleja su comprensión.*
8. *Es recomendable consultar algunos libros y publicaciones útiles para mejorar la redacción y ortografía del documento.*

#### **4.9.3.3 Escucha efectiva**

*Sé que tú comprendes lo que piensas que me escuchaste decir. Pero lo que no comprendes es que lo que tú pensaste haber escuchado no es lo que yo quise decir...* Lo importante de escuchar es *comprender lo dicho, no las palabras.*

Factores que impiden escuchar efectivamente:

1. Fingir escuchar. Tratar de contestar algo que no se ha preguntado
2. Distracciones. No poner atención a la persona que está hablando, debido a agentes externos como contestar el teléfono, observar a quienes van pasando o contemplar la ventana
3. Prejuicios y mentalidad estrecha. Surge el concepto de *escucha selectiva* donde el escucha sólo presta atención a lo que le conviene. Mientras que los prejuicios incluyen aspectos como la ropa, tono de voz, estado de ánimo, aspecto personal, etc.
4. Impaciencia. Desesperación del oyente porque la persona que está hablando no se centra en el tema principal que desea expresar; buscando una oportunidad para interrumpirla
5. Saltar a conclusiones. Concluir algo que aún no se ha dicho. Con frecuencia cuando buscamos salir de una clase o reunión apresuradamente, ponemos en quien habla palabras que no dijo y cambiamos el significado de lo que quiso expresar, quedándonos con un pensamiento erróneo de lo explicado.

Sugerencias para obtener una excelente comunicación:

- Centremos la mirada atentamente en quien nos está hablando, esto nos dará una sensación de seguridad; además, la otra parte sabrá que estamos prestándole atención.

- Participar activamente (escucha activa) generando realimentación verbal y no verbal, así como lenguaje corporal hacia la persona con quien estamos hablando.
- No debemos quedarnos con ninguna duda de lo que escuchamos. Preguntemos aunque sea una tontería; de lo contrario, obtendremos destellos de conocimiento en vez de conocimiento total; además, la persona con quien hablamos verá nuestro interés por el tema.
- No interrumpir abruptamente cuando alguien está hablando porque perdería la secuencia de lo que está expresando y se perderían las ideas principales. Es preferible interrumpir cuando el orador haga una pausa prolongada o cuando termine de expresar su pensamiento.

#### 4.9.3.4 Matriz de responsabilidades

Muestra de manera jerárquica las funciones y responsabilidades que desempeñarán los participantes del proyecto; incluye:

- Responsabilidades generales de administración y operación
- Responsabilidad especializada de personas que deben ser consultadas
- Personas que podrían consultarse
- Gente que debe ser notificada
- Persona que debe aprobarlo.

Ejemplo.

<i>Adquisición de materia prima</i>	<i>Administrador de proyectos</i>	<i>Gerencia</i>	<i>Miembros del equipo</i>	<i>Depto. administrativo</i>	<i>Financiado del proyecto</i>
Preparar la cantidad de materiales		C	R	P	
Contactar vendedores		C	R	N	
Visitar vendedores	A	R	R	N	N
Preparar ordenes de compra		R	P		
Autorizar gastos	G	A	N		
Establecer órdenes de compra				C	R
Inspección de la materia prima		N	C	R	
Pruebas para el control de calidad		A	C	R	
Actualizar el inventario		P	P	R	
Preparar informes de inventario			C	R	
Eliminar materiales		A	R		

Tabla 4.12 Matriz de responsabilidades

*Leyenda:*

*G. Responsabilidad general de la administración*

*R. Responsabilidad especializada*

*C. Debe ser consultado*

*P. Puede ser consultado*

*N. Debe ser notificado*

*A. Debe aprobarlo*

#### **4.9.3.5 Reuniones del equipo del proyecto**

Los integrantes del equipo y gerencia de proyectos establecen reuniones semanales, bimestrales o semestrales, dependiendo el tamaño del proyecto para revisar factores como el alcance, tiempo, costo, calidad, desempeño, problemas técnicos y de diseño. Éstos se clasifican en reuniones preliminares para revisión del diseño y reunión final para revisar el diseño.

En las reuniones preliminares para revisar el diseño, los contratistas terminan las especificaciones de concepto, dibujos y gráficos de flujo iniciales, sometiéndolo a la aprobación del cliente antes de pedir los materiales. En el segundo caso, los contratistas han terminado las especificaciones, dibujos, formatos de plantillas, informes detallados y otros similares; el objetivo es obtener la aprobación del cliente antes de que el contratista comience a construir, montar y producir las partidas a entregar del proyecto.

---

#### **REUNIONES DEL EQUIPO NEW PIG CORPORATION**

---

##### *Equipo de administración de la calidad*

- Mantenerse en el tema a discutir*
- Llegar y terminar a tiempo*
- Una persona habla a la vez*
- Todos tienen la responsabilidad de participar*
- Estar preparado*
- Ser franco, honesto y sincero*
- Eliminar comentarios sarcásticos y cínicos*
- El tono general de las reuniones será positivo*
- Desterrar la negatividad*
- Hacer críticas constructivas*
- Prestar atención. Buscar primero comprender, después ser comprendido*
- Evitar los chismes*
- Las ideas pertenecen al grupo, no a una sola persona*

- *Tomada una decisión, el equipo hablará con una sola voz. "Retirarse unidos"*
  - *Reforzar el comportamiento positivo*
  - *Mantener la calma. Si se pierde, usted es quien está equivocado, nadie más.*
- 

Fuente: Gido Jack y Clements P. James. *Administración exitosa de proyectos*. International Thompson Editores, 1999. Pág. 170.

#### **4.9.4 Información del desempeño**

Recopilación y distribución de la información hacia los *stakeholders* del proyecto utilizando informes de estado, progresos y pronósticos a futuro en alcance, costo, tiempo y calidad basándose en los planes del proyecto, resultado del trabajo y otros registros del proyecto.

Cada informe describirá las actividades e inconvenientes que hayan ocurrido desde que comenzaron los trabajos. Comúnmente se revisa el desempeño, estado, avances y retrasos actuales del proyecto en tiempo, costo estimado, costos actuales, desviaciones, contingencias, presupuestos, acciones preventivas y lecciones aprendidas, entre otros. Las técnicas utilizadas para este fin son EVM (método del valor devengado), análisis de varianzas e indicadores de desempeño explicados en la sección *Administración de los costos del proyecto*. Exhortamos se repase esta sección en caso de no recordar alguno de los conceptos mencionados.

El objetivo de informar el desempeño es generar un informe único que describa el desempeño actual del proyecto para que la gerencia y alguno de los *stakeholders* (como el cliente, por ejemplo) analicen la situación y decidan si los trabajos están resultando según lo planeado o será necesario tomar acciones. En esta caso, el administrador de proyectos recibirá una solicitud de cambios.

Las políticas de cada organización podrían demandar informes diarios o periódicos del desempeño, generalmente por semana, mensual, trimestral o semestral, dependiendo el tamaño y tiempo de duración del proyecto.

#### Tipos de informes

Informe de avances. Incluye:

- Logros desde el informe anterior (metas alcanzadas y aquellas que no se han cumplido)
- Desempeño actual (información del costo, tiempo, alcance y obtenidos) a partir de la línea base y con el método del valor devengado
- Resolución de problemas identificados previamente como pruebas técnicas (resultados inesperados), pruebas con el programa (retraso

en algunas tareas debido a falta de materiales, el clima, etc.), problemas en costos (los materiales excedieron el costo estimado o requieren más horas-hombre)

- Acciones correctivas planeadas (¿qué vamos a hacer para corregir el problema?). Incluye las explicaciones acerca de si están en riesgo los objetivos del proyecto con respecto al alcance, calidad, costo y tiempo
- Puntos de referencia que esperamos alcanzar durante el siguiente periodo para presentar informes basándose en el plan del proyecto

Informe final: Resumen de las actividades realizadas en el proyecto; incluye:

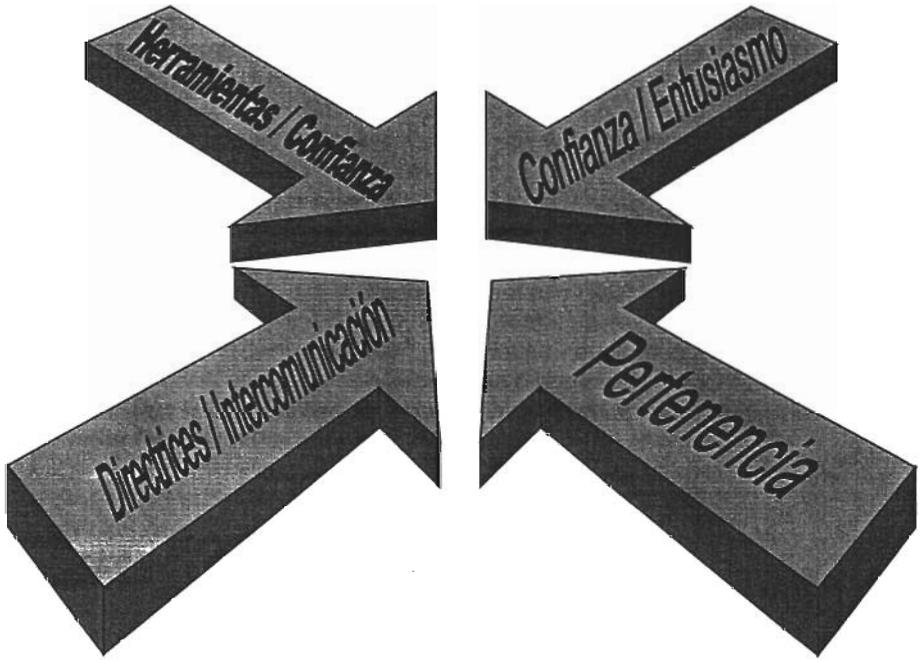
- Necesidades y requisitos originales del cliente
- Objetivo original del proyecto
- Beneficios reales para el cliente como resultados del proyecto, en contraste con los previstos
- Grado en que fueron alcanzados los objetivos originales (de no cumplirse, deben explicarse los motivos)
- Breve descripción del proyecto
- Consideraciones a futuro (acciones futuras que el cliente tomará para mejorar o ampliar los resultados del proyecto y lecciones aprendidas por parte de la organización)
- Lista de las partidas por entregar (equipos, materiales, etc.)
- Informe de pruebas (pruebas de aceptación final de un sistema o equipo sobre la base por la que el cliente aceptó el resultado del proyecto)

#### **4.9.5 Cierre administrativo**

En esta etapa los objetivos definidos para cada fase o para todo el proyecto han sido alcanzados y la información ha sido reunida y documentada en su totalidad. El paso final es cerrar cada una de las fases o el proyecto tras haber obtenido los resultados esperados. Entonces podemos concluir que:

- Las técnicas y metodologías utilizadas para reportar el desempeño fueron las correctas
- Los resultados del proyecto han sido verificados y documentados con éxito
- Todos los registros del proyecto fueron recopilados y documentados en tiempo y forma
- En la documentación estarán incluidas las lecciones aprendidas, conclusiones y recomendaciones para futuros proyectos
- Cierre del proyecto por parte del administrador de proyectos
- Aprobación de la gerencia
- El proyecto es presentado al cliente de manera formal
- El cliente queda satisfecho

- Oficializar la aceptación formal por el cliente
- Archivos del proyecto y lecciones aprendidas
- El administrador de proyectos y su equipo quedan satisfechos con el trabajo realizado



*Figura 4.50. Elementos para lograr el éxito a través de la administración de las comunicaciones*

#### 4.10 Administración del riesgo

Los riesgos son los factores o actividades peligrosas que cuando ocurren, incrementan la probabilidad de que las metas establecidas para tiempo, costo y ejecución no se cumplan totalmente. Los riesgos están presentes en todas las áreas del conocimiento; de ahí que sean parte integral de la administración de proyectos durante todo el ciclo de vida.



**Figura 4.51. Preguntas para reflexionar**  
*Adoptado de la sección Administración del riesgo. Estopier Bermúdez. Op. Cit.*

Algunos riesgos incluyen:

- Requerimientos mal definidos
- Falta de recursos capacitados
- El soporte de administración es escaso
- Malas estimaciones
- El administrador de proyectos tiene poca experiencia en riesgos técnicos
- Temor a realizar juicios para tomar decisiones
- Restricciones debido a la infraestructura del país donde se desarrollará el proyecto
- No se consideraron riesgos externos como paros, huelgas, vacaciones, días festivos, requisas y cambios en la política monetaria

Los administradores de proyectos podrán identificar oportunamente los riesgos apoyándose en su experiencia, sistemas de apoyo para decisiones, mediciones de valores esperados, realizando análisis y tendencias, efectuando revisiones independientes y auditorías.

El proceso para administrar los riesgos se compone de seis pasos:

- Identificando el riesgo
- Cuantificando el riesgo
- Dando prioridad al riesgo

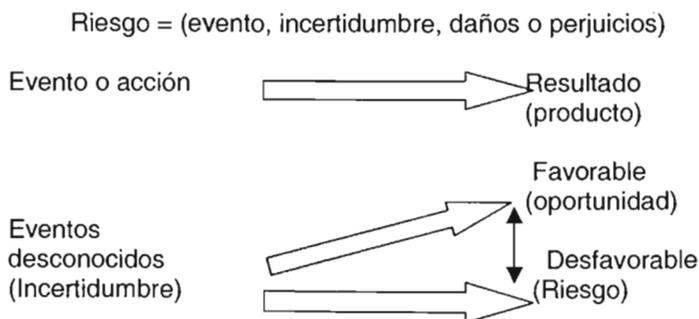
- Desarrollo de estrategias para administrar el riesgo
- Patrocinio del proyecto/revisión ejecutiva
- Tomando acciones

**Definición:** El PMBOK® define la administración de riesgos como *un proceso sistemático de identificación de análisis y respuesta al riesgo del proyecto... El riesgo del proyecto es un evento incierto o condición que si ocurre, tendrá efectos positivos y negativos en el objetivo de un proyecto.*

Para nuestros fines, la administración de los riesgos es *el proceso sistemático y formal concentrado en identificar, controlar y predecir las áreas o eventos que ocasionan cambios inesperados.*

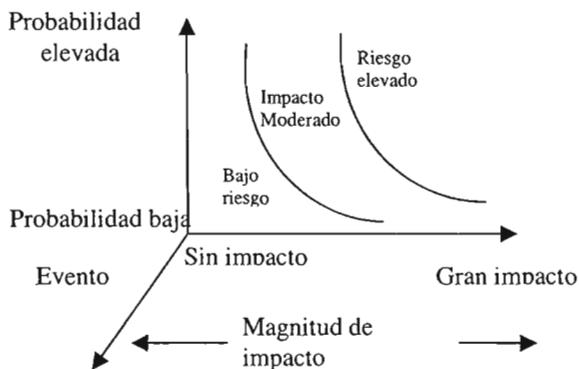
El riesgo de un proyecto se considera como la probabilidad de que algún evento adverso altere las metas establecidas que son tomadas como referencia para medir los riesgos relacionados con las metas técnicas, de costo, tiempo y satisfacción del cliente. Los expertos están de acuerdo en que los riesgos están relacionados con la incertidumbre.

Los riesgos pueden manipularse utilizando tres elementos claves: Eventos (cambios indeseados), la probabilidad de que el evento ocurra y el impacto que tendrá en el proyecto. Los riesgos de cada evento están definidos en función de la incertidumbre, oportunidades y riesgos; es decir:



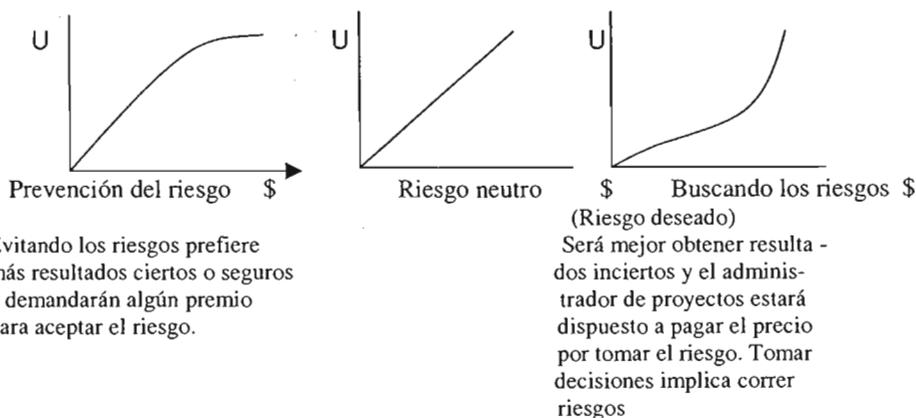
**Figura 4.52. Relación entre incertidumbre, oportunidad y riesgo**  
Fuente: Estopier Bermúdez. Op. Cit Administración del riesgo P.7

Los eventos (resultados futuros) favorables al proyecto se denominan *oportunidades*, mientras que los eventos desfavorables se conocen como *riesgos*. Cuando la incertidumbre y los daños o perjuicios aumentan, el riesgo también lo hará. Otro elemento de riesgo está relacionado con los factores que lo causan



Los administradores de proyectos determinan cuando es o no aceptado un riesgo, basándose en *niveles de tolerancia*. Hasta el momento no existen libros que describan específicamente algún método para controlar los riesgos.

Harold Kerzner (PhD)<sup>24</sup>, uno de los expertos en la materia más reconocido en el ámbito mundial, propuso una clasificación general que detallaremos a continuación. Las figuras siguientes ilustran los elementos que ayudarán a tolerar los riesgos de un proyecto.



**Figura 4.53.** La forma de una curva para tomar decisiones se deriva de la comparación de respuestas hacia actos alternativos de decisión.

La prevención del riesgo utiliza estimaciones o proporciones en decremento; es decir, cuando están en juego grandes cantidades de dinero; la satisfacción o tolerancia de los administradores de proyectos disminuye. En el riesgo deseado, la satisfacción del administrador de proyectos aumenta cuando existen grandes

<sup>24</sup> PhD Siglas en inglés de *Doctor en Filosofía*

cifras de dinero en juego (Ej. Incrementos en el declive de la curva). Las coordenadas "U" representan las utilidades y se definen como la cantidad de satisfacción o placer que recibe el administrador de proyectos de los resultados obtenidos; esto se conoce como *tolerancia al riesgo*. El eje de las abscisas, denominado "\$", representa la cantidad de capital invertido o que está en juego para el proyecto.

#### 4.10.1 Riesgo, incertidumbre y certeza de los proyectos

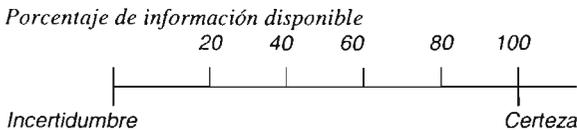
**Riesgo.** Totalidad de los resultados descritos dentro de los límites establecidos por la organización.

**Incetidumbre.** Ausencia total de información, no existe conocimiento alguno sobre los posibles resultados; la experiencia no será suficiente para desarrollar distribuciones de probabilidad.

**Certeza.** La información estará disponible en cualquier instante para tomar la decisión correcta. *La certeza se basa en la información completa.*

Al respecto, David Cleland opina:

*Es normal que los proyectos no tengan toda la información para planear y ejecutar el trabajo. A veces, un líder de proyecto puede tener un 40% de la información requerida y debe avanzar debido a los compromisos con el cliente o las condiciones del mercado... Usualmente, se calcula que los líderes de proyecto tendrán entre el 40% y el 80% de la información requerida durante la fase de planeación...*<sup>25</sup>

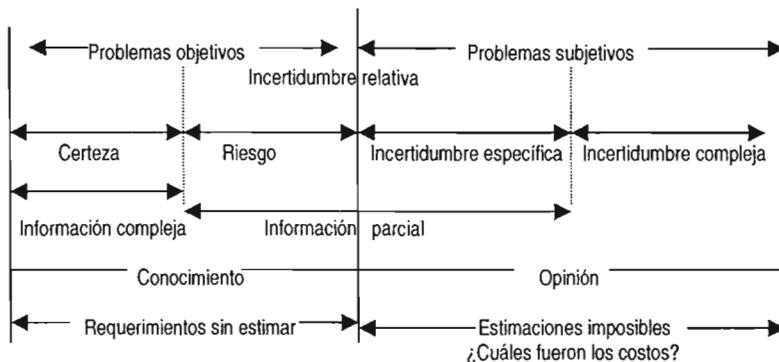


**Figura 4.54. Espectro desde la incertidumbre hacia la certeza. [Fuente: Cleland David & Lewis R. Ireland. Manual portátil del administrador de proyectos. McGraw Hill. Pág. 232]**

En algunas ocasiones la incertidumbre se considera dentro de los supuestos del proyecto. Son usados cuando no hay suficiente información para planeación y toma de decisiones; suena muy convincente, pero no olvidemos que existe la posibilidad de fracasar si no se vuelven verdaderas.

La incertidumbre está presente en todas las áreas de la organización, como: modernidad de la tecnología utilizada, capacidad de la organización para efectuar procesos repetitivos en la administración de proyectos, disponibilidad de aptitudes técnicas y de administración de proyectos y del equipo (staff), dificultades técnicas y resultados de las pruebas de los productos del proyecto.

<sup>25</sup> Cleland David. Op. cit p. 232



**Figura 4.55. Clasificación de incertidumbre, certeza y riesgos en problemas objetivos y subjetivos**  
 [Fuente: Estopier Bermúdez David B. *Administración de proyectos tomo II. UNAM Campus Aragón. Educación continua 2002*]

#### 4.10.1.2 Riesgos internos y riesgos externos en los proyectos

Los riesgos internos están muy ligados a los proyectos, al grado de que los líderes de proyecto podrán controlarlo e incluso mitigarlo por medio de acciones directas, como por ejemplo la elaboración de *planes de contingencia*.

Mientras que los riesgos externos están fuera del alcance de los administradores de proyectos. Por ejemplo: No se conocen las interfases del proyecto y las definiciones de una interfase desarrollada por la otra parte (otros líderes de proyectos). Sin embargo, el administrador de proyectos puede influir y prevenir los riesgos externos, pero no ejercer control directo sobre los eventos de riesgos; la influencia que pudiera ejercer la determinará la identificación de los riesgos externos y la cooperación que ofrezcan las otras partes (líderes de proyecto, administradores funcionales, vendedores y contratistas)

#### Estrategias para administrar los riesgos

Al comienzo del proyecto deberán establecerse estrategias o metodologías para administrar todos los riesgos y encaminarlos hacia el ciclo de vida. Recordemos que los riesgos estarán presentes en las áreas del conocimiento restantes y por ende durante todo el ciclo de vida del proyecto.

##### Planeación de la administración de los riesgos:

Supuestos que aseguran que cada nivel, tipo y visibilidad de la administración de riesgos son adecuados para el proyecto. En esta fase se decide la manera de enfatizar y planear las actividades de respuesta ante algún evento de riesgo.

##### Identificación del riesgo

Examinar la situación, identificar, clasificar y documentar las áreas de potencial riesgo y su probable impacto.

## Análisis cualitativo y cuantificación de riesgos

Análisis encaminados a determinar la probabilidad de que ocurran eventos y consecuencias asociadas al riesgo. Existen varias herramientas que ayudan a efectuar análisis como modelos del ciclo de vida de los costos. Por ejemplo, los análisis de riesgo tienen como propósito descubrir las causas, efectos y magnitud del riesgo percibido, desarrollar y examinar opciones alternativas.

### Respuesta al riesgo

Incluye técnicas y métodos desarrollados para reducir o controlar los riesgos; si no existen provisiones para manejar la identificación y cuantificación del riesgo.

### Control del riesgo (Lecciones aprendidas)

Métodos para documentar las lecciones aprendidas acerca de la administración de los riesgos para beneficio de futuras tomas de decisiones.

## **4.10.2 Planeación de los riesgos**

Consiste en elaborar planes para la Administración de proyectos. A continuación mostraremos el contenido de un plan desarrollado por Ganthhead.com

---

### **Proyecto para la administración de riesgos**

- *Reunión con el cliente para dar la “patada inicial” al plan de Administración de riesgos*

#### **Tareas para administrar los riesgos:**

- *Desarrollando el plan del proyecto*
- *Capacitación respecto a la administración de riesgos*

### **Fase I Preparación del plan de contingencia y continuidad del negocio**

#### **Inicio de la administración de riesgos**

- *Identificar los procesos clave para el negocio del cliente*
- *Asistencia en la implementación y reunión de la información necesaria*
- *Preparar una matriz de riesgos*
- *Evaluar continuamente las contingencias y planes de desastre y capacidades del negocio. Dar recomendaciones*

#### **Análisis de impacto en el negocio**

- *Definir y documentar la información necesaria y otras dependencias para los procesos críticos del negocio*

- *Determinar escenarios fallidos y posibles amenazas*
- *Dar prioridades y catalogar las funciones clave del negocio*
- *Revisar los planes de contingencia para determinar si los servicios de emergencia son requeridos*

### **Planeación de las contingencias**

- *Evaluar costos, beneficios, riesgos y estrategias alternativas de contingencia. Recomendar el mejor plan de estrategia para contingencias*
- *Identificar/ documentar planes de contingencia y las salidas mínimas requeridas para los procesos clave del negocio*
- *Definir/ documentar las actividades involucradas en el plan de contingencia*
- *Definir puestos y responsabilidades para implementar los planes de contingencia*

### **Prueba**

- *Desarrollar e implementar estrategias para validar la continuidad del negocio y el plan de contingencia*
- *Apoyar al encargado de administrar los riesgos a validar las capacidades y planes de contingencia críticos para los procesos del negocio*
- *Ensayar los procedimientos establecidos de reacción al riesgo con cada cliente y miembros del equipo para que se familiaricen con él*
- *Actualizar los planes basándose en las lecciones aprendidas y de ser necesario, volver a probarlos*

## **Fase II Apoyo e implementación de los planes de contingencia**

- *Ensayar (o probar) los procedimientos de contingencia y recuperación*
- *Actualización de las contingencias y procedimientos de recuperación*
- *Implementación de apoyo para los planes de contingencia (de ser necesario)*
- *Apoyo para regresar a las operaciones normales después de ser implementados los planes de contingencia*

### **4.10.3 Identificación de los riesgos**

Es muy importante identificar, documentar y valorar todas las áreas de potencial riesgo, como por ejemplo la inspección del programa de trabajo, de los clientes y usuarios interesados o relacionados con el proyecto y problemas que surjan.

Los riesgos se clasifican en:

Riesgos del proyecto. Relacionado con las inversiones, calendario de actividades, relaciones contractuales y riesgos políticos.

Riesgos técnicos. Incluye el riesgo de reunir los elementos requeridos en la realización de tareas y en la factibilidad del concepto de diseño.

Producción de riesgos. Encargado de empaquetar, fabricar, dirigir tiempo y la disponibilidad de material.

Ingeniería de riesgo. Envuelve la integridad, formalidad, mantenimiento, operabilidad y todo lo relacionado con capacitación.

Existen varios métodos para identificar los riesgos; una práctica común es clasificar los riesgos del proyecto de acuerdo con su origen, en vez de hacerlo por su impacto o con la probabilidad de ocurrencia, porque *es la fuente con la que podemos ser capaces de controlar el riesgo...*<sup>26</sup>

La siguiente tabla muestra los procedimientos generales para identificar los riesgos; las fuentes utilizadas podrán ser objetivas o subjetivas (véase la figura 4.55)

**Tabla 4.13 Procedimientos para identificar los riesgos**

- Listas de comprobación de las áreas de riesgo en el proyecto
- Apoyarse de las lecciones aprendidas de proyectos anteriores.
- Listas de disponibilidad de los recursos
- Llevar registros de capacitación de los recursos humanos para las aptitudes aplicables
- Revisión de los planes del proyecto por parte de los compañeros y la gerencia administrativa
- Auditorías de las capacidades para la Administración de proyectos de la organización.

[Fuente: Cleland David. Op. cit. Pág. 7.34]

Las fuentes objetivas son los registros de experiencias adquiridas de proyectos actuales y del pasado estructurado a partir de la documentación o carpetas acerca de las lecciones aprendidas, evaluaciones en la documentación del programa de actividades y presentación de los datos actuales.

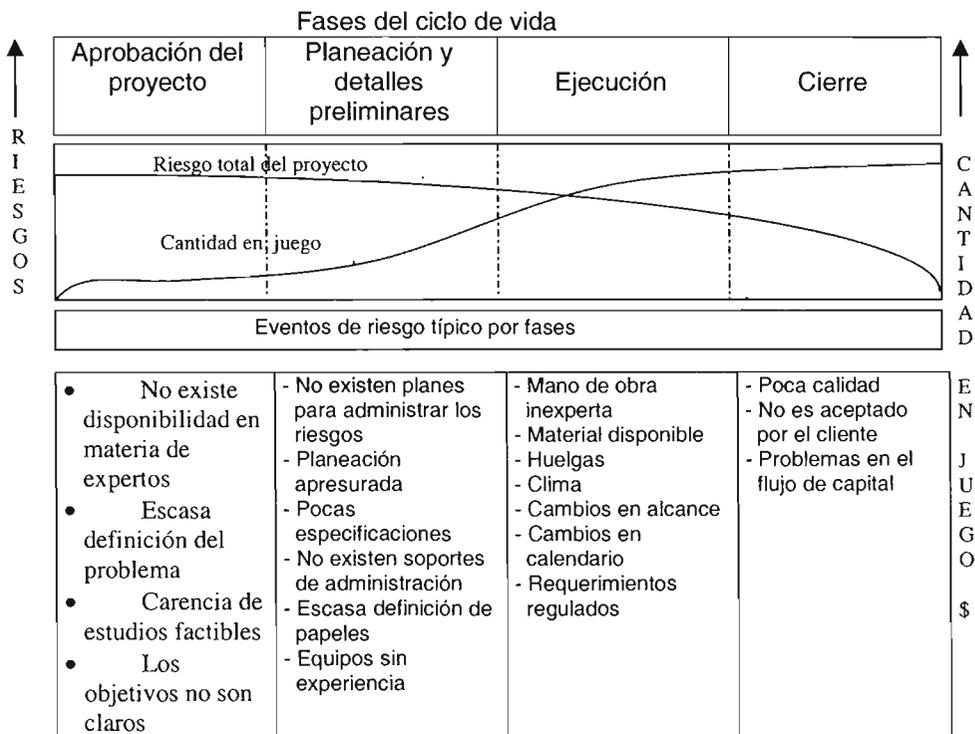
Las fuentes subjetivas se refieren a las experiencias basadas en el conocimiento y optimismo de los expertos; sin embargo, existe la probabilidad de que a partir de las estimaciones pesimistas junto con algunos parámetros en la manera de distribución sean costosos y consuman tiempo.

Riesgos a partir del ciclo de vida de los proyectos. La figura 4.56 muestra los elementos que intervienen en cada fase de los proyectos. En las primeras fases el riesgo es elevado debido a la falta de información; mientras que en la última fase el riesgo financiero se eleva considerablemente. Con frecuencia se identifican las fuentes de información que faciliten el reconocimiento de los problemas potenciales e incluirá:

---

<sup>26</sup> Kerzner Harold. Op. cit Pág. 879

- Documentación del costo de los ciclos de vida
- Descomposición del plan de división de trabajo
- Análisis del calendario
- Documentos y archivos acerca de las lecciones aprendidas
- Análisis y estudio de mercado
- Planeación y análisis en relación con la medición de funciones técnicas (Technical Performance Measurement –TPM-)
- Modelos
- Conducción en la toma de decisiones
- Lluvia de ideas
- Juicio de los expertos



**Figura 4.56. Análisis de riesgo a partir del ciclo de vida del proyecto**

**Riesgo de negocios.** Proporciona oportunidades para obtener beneficios o pérdidas, como por ejemplo las actividades del competidor, mal tiempo, inflación, recesiones, respuesta al cliente y disponibilidad de recursos.

**Riesgo asegurado.** Sólo existe una oportunidad para perder, e incluye:

**Posesión directa de daños y perjuicios:** Relacionado con la seguridad y valoraciones como seguros contra incendios, materiales, equipo del proyecto y propiedades.

**Pérdida consecencial indirecta:** Incluye protecciones para contratos por pérdidas debido a acciones de terceras personas, como reemplazo de equipos y remoción de equipos.

**Responsabilidad (obligación) legal:** Protección para responsabilidades legales debido a deficiencias en los diseños de producción, errores de diseño y fallas en el funcionamiento del proyecto.

**Personal:** Protección contra accidentes de los empleados, como: incapacidades, pérdida de empleados clave, sus reemplazos y los costos que generará, así como otras clases de pérdidas de negocio a causa de las acciones de los empleados.

Riesgos externos. El Instituto de Administración de Proyectos (PMI) los clasifica en riesgos internos y externos:

**Riesgos externos imprevisibles:** Regulaciones gubernamentales y riesgos por causas naturales

**Riesgos externos predecibles:** Costo del dinero, préstamos y materia prima disponible, impacto ambiental, social y tipo de cambio.

Riesgos internos.

**Riesgos internos no técnicos:** Relacionado con la interrupción de labores, problemas con el flujo de capital, planes de salud, beneficios y asuntos de seguridad

**Riesgos internos técnicos:** Avances y diseño en tecnología, operación y mantenimiento.

Los riesgos técnicos están vinculados con el uso de tecnologías y el impacto que tendrán sobre el proyecto, además de aspectos legales como licencias y derechos de patente.

#### **4.10.4 Cuantificación de los riesgos**

Un aspecto fundamental en la administración de los riesgos es, valga la redundancia, mitigar el riesgo inspeccionando el calendario, presupuesto, alcance y calidad periódicamente, de manera que la incertidumbre disminuya sin impactar significativamente en los objetivos del proyecto. Para reducir el riesgo y determinar el impacto que ejercerá en el proyecto será necesario *cuantificarlo*.

Generalmente los conceptos *cuantificar riesgos y análisis de impacto* tienen el mismo significado para mucha gente. Los definiremos como *el medio de ponderar los riesgos con la finalidad de clasificarlos para mitigar sus efectos...*<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Cleland David & Lewis Ireland. Op. cit. Pág. 7.34

Matemáticamente:

$$\text{Impacto de riesgo} = [\text{Riesgo probable}] \times [\text{Consecuencia del riesgo}]$$

Describir y cuantificar riesgos específicos y sus magnitudes requieren de algunas técnicas de modelado. Las herramientas más utilizadas son:

- Análisis de redes y ciclos de vida de los costos
- Estimación de reacción rápida / Análisis de impacto de cantidad
- Análisis de probabilidad, gráficos y decisión
- Técnicas Delphi
- Simulación de la estructura de división de trabajo
- Análisis de logística o análisis lógicos
- Análisis de costo para la valoración del riesgo total (TRACE -Total Risk Assesing Cost Análisis-)
- Simulación de Montecarlo

Los modelos de análisis de red y costo del ciclo de vida se utilizan para examinar el programa de actividades y el costo que tendrá el riesgo en el proyecto. El modelo de reacción rápida permite examinar el impacto del costo para repartir o distribuir el presupuesto en la planeación de varias opciones del proyecto.

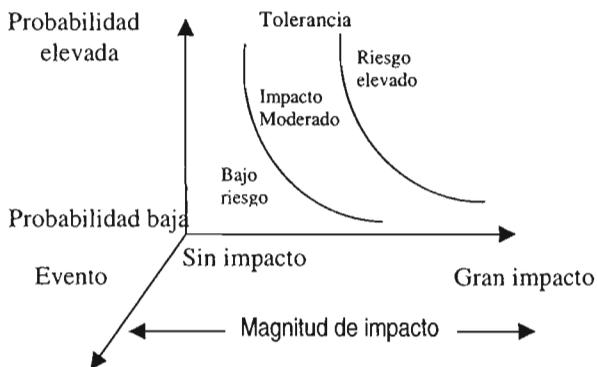
En los modelos de red se identifican las interacciones de mayor actividad en todo el proyecto o en alguna de sus fases. Las técnicas actuales permiten o facilitan que la probabilidad de cada actividad se modifique de manera que la responsabilidad de los parámetros claves sobre los modelos de costo total o del calendario de actividades puedan ser examinados; Esta información será utilizada para determinar algunas prioridades en cuanto al reparto (distribución) de recursos.

La manera más sencilla para cuantificar los riesgos es clasificándolos por niveles, dependiendo del impacto que tendrán en el proyecto.

Niveles de riesgo alto: Probabilidad de que ocurran interrupciones bruscas en el programa de actividades (fechas programadas), costo, desempeño y calidad del proyecto, aun cuando exista soporte adicional.

Niveles de riesgo moderado: Existe la probabilidad de que ocurran varias interrupciones, aun teniendo soporte adicional. Sin embargo los problemas podrán superarse.

Niveles de bajo riesgo: Muy poco probable de que ocurran interrupciones en las fechas programadas de actividades en costo, desempeño o calidad del proyecto. El esfuerzo normal del equipo de trabajo y los contratistas servirá para vencer los obstáculos que se les presente.



Ejemplo: Clasificación de riesgos mediante matrices<sup>28</sup>

Tiempo	Costo	Calidad- desempeño	Prob.
Retraso mayor al 20%	Costo excedido	Inservible	1.0
Retraso del 10 al 20%	7.5% al 10%	Degradación de funciones características (mayor)	0.8
Retraso hasta 10%	5 al 7.5%	Media	0.6
Eliminando holguras totales	2.5% al 5%	Pequeña	0.4
Eliminar holguras libres	Mayor a 2.5%	Mínima	0.2
No hay efecto	Sin efecto	Sin efecto	0.1

Rangos de probabilidad:

Fases	Probabilidad
Seguro	1
Casi seguro	0.9
Probable	0.8
Puede leer	0.6
Quizá	0.4
No creo	0.2
Improbable	0.1

<sup>28</sup> Estopier Bermúdez David. Op. Cit Pág. 23 sección *Análisis cualitativo*

## Expresiones matemáticas para cuantificar los riesgos

Es posible modelar riesgos específicos considerándolos como la interrelación de dos variables:

*Probabilidad de fracaso (Pf)      Efecto o consecuencia de fracaso (Cf)*

Las consecuencias se miden fundándose en funcionamientos técnicos, costo y tiempo de cada actividad.

El modelo matemático es representado por la unión de Pf y Cf.

Ejemplo:<sup>29</sup>

Modelo matemático para evaluar los riesgos en un proyecto relacionado con hardware y software

---

$$(1) \text{ Factor de riesgo} = P_f + C_f - (P_f \times C_f)$$

$$(2) P_f = (a.Pm_{hw}) + (b.Pm_{sw}) + (c.PC_{hw}) + (d.PC_{sw}) + (e.P_D)$$

Donde :

$Pm_{hw}$  : Probabilidad de fracaso debido al grado de madurez del hardware

$Pm_{sw}$  : Probabilidad de fracaso debido al grado de madurez de software

$PC_{hw}$  : Probabilidad de fracaso debido a la complejidad del hardware

$PC_{sw}$  : Probabilidad de fracaso debido al grado de complejidad del software

$P_D$  : Probabilidad de fracaso debido a la dependencia de otros elementos

$a, b, c, d, e$  : Factores de peso que sumados son iguales a uno

$$(3) C_f = (f.C_i) + (g.C_c) + (h.C_s)$$

Donde :

$C_i$  : Consecuencia de fracaso debido a factores técnicos

$C_c$  : Consecuencia de fracaso debido a cambios en el costo

$C_s$  : Consecuencia de fracaso debido a cambios en el calendario

---

<sup>29</sup> Kerzner Harold. Op. cit. Págs. 887 - 888

Magnitud	Factor de madurez Pm		Factor de complejidad Pc		Factores de dependencia $P_D$
	Hardware $Pm_{Hw}$	Software $Pm_{Sw}$	Hardware $Pc_{Hw}$	Software $Pc_{Sw}$	
0.1	Existente	Existente	Diseño común	Diseño simple	Interdependencia de los sistemas existentes, facilidades o por asociación de contratistas
0.3	Diseño menor	Diseño menor	Menor incremento de complejidad	Menor incremento de complejidad	El programa de actividades depende del sistema existente, facilidades o por asociación con contratistas
0.5	Mayores cambios factibles	Mayores cambios factibles	Incremento moderado	Incremento moderado	El desempeño depende de la funcionalidad de los sistemas existentes, facilidades o contratistas asociados
0.7	Tecnología disponible; diseños complejos	Nuevo software similar a los existentes	Incremento significativo	Incremento significativo / mayor incremento en el número de módulos	El calendario depende de los nuevos sistemas, plan de actividades, facilidades o asociación
0.9	Investigación terminada	Nunca se efectuó	Extremadamente complejo	Extremadamente complejo	El desempeño depende de la funcionalidad de nuevos sistemas, facilidades o asociación de contratistas

Magnitud	Factores técnicos Ct	Factor de costo Cc	Factor del plan de actividades Cs
0.1 (Bajo)	Consecuencias mínimas o ninguna (sin importancia)	Presupuestos estimados sin exceder; existen algunas transferencias de dinero	Impacto insignificante sobre el programa
0.3 (Menor)	Reducción pequeña en la funcionalidad técnica	Costos estimados excedidos desde 1% a 5%	Menor deslizamiento del plan de actividades (< 1 mes) Son necesarios algunos ajustes en los Milestones
0.5 (Moderado)	Algo de reducción en la funcionalidad técnica	Los costos estimados incrementaron entre 5% y 20%	Ligero deslizamiento en el calendario
0.7 (Significativo)	Degradación significativa en la funcionalidad técnica	Los costos estimados incrementaron entre 20% y 50%	Desarrollo del plan de actividades de 3 meses
0.9 (Elevado)	Las metas técnicas no pudieron realizarse	Los costos estimados incrementaron en más de 50%	Deslizamiento mayor en el calendario que afecta a algunos Milestones; estos tendrán impacto en los Milestones de los sistemas

En este caso, la probabilidad de fracaso es estimada considerando la madurez, complejidad y dependencia sobre las interfases del hardware y software; después será cuantificada clasificándola de manera similar a las tablas anteriores. El efecto o consecuencia de fracaso será calculado considerando técnicas, costos y programa de actividades implicados en él.

Ejemplo: Consideremos un proyecto con la siguiente información:

1. Utiliza un hardware especial con pocas modificaciones en su base de datos (software)
2. Es utilizado solamente para diseño de componentes (hardware)
3. Requiere de software que no sea muy complejo
4. Implica el desarrollo de nuevas bases de datos por subcontratistas

Calcularemos la probabilidad de fracaso utilizando los datos de la tabla anterior, suponiendo que los factores *a*, *b*, *c*, *d*, *e* son 20%, 10%, 40%, 10% y 20% respectivamente.

$$P_M(\text{hardware}) = 0.1$$

$$a. P_M(h) = 0.2(0.1) = 0.02$$

$$P_M(\text{software}) = 0.3$$

$$b. P_M(s) = 0.1(0.3) = 0.03$$

$$P_C(\text{hardware}) = 0.1$$

$$c. P_C(h) = 0.4(0.1) = 0.04$$

$$P_C(\text{software}) = 0.3$$

$$d. P_C(s) = 0.1(0.3) = 0.03$$

$$P_D = 0.9$$

$$e. P_D = 0.2(0.9) = 0.18$$

De la ecuación (2):  $P_f = 0.02 + 0.03 + 0.04 + 0.03 + 0.18 = \underline{0.3}$

Cuando  $C_f$  depende de factores técnicos, probablemente ocasionará algunas dificultades; si las corrigiéramos obtendríamos por resultado un incremento en

costo y plan de actividades con error de dos meses. Por lo tanto la consecuencia de fracaso debemos calcularla a partir de los datos que tenemos.

Suponiendo que  $f$ ,  $g$  y  $h$  son iguales a 4%, 5% y 1%

$$C_i = 0.3 \qquad f(C_i) = 0.4(0.3) = 0.12$$

$$C_c = 0.5 \qquad g(C_c) = 0.5(0.5) = 0.25$$

$$C_s = 0.5 \qquad h(C_s) = 0.1(0.5) = 0.05$$

$$C_f = (f \cdot C_i) + (g \cdot C_c) + (h \cdot C_s) = 0.12 + 0.25 + 0.05 = \underline{0.42}$$

Utilizando la ecuación (1) hallaremos el factor de riesgo :

$$\text{Factor de riesgo} = P_f + C_f - (P_f \cdot C_f) = 0.3 + 0.42 - 0.3(0.42) = \underline{0.594}$$

El riesgo asociado al proyecto es *medio* y se debe a que el peligro surge a partir de los cambios en el software o por utilizar subcontratistas en esta área. En este caso, el riesgo podrá mitigarse cuando el software desarrollado se mantenga como el encargado de trabajar para la calidad; es tema de incentivos y penalidades durante todas las fases del sistema del ciclo de vida.

Ejemplos como los anteriores son denominados *análisis de riesgos* y pueden aplicarse de manera similar en otras áreas; el factor de riesgo deberá obtenerse para cada área de riesgo identificada, considerando sus prioridades, dependiendo la causa que lo provocó. Sugerimos **identificar todos los factores de riesgo antes de elegir las técnicas a emplear**

Los niveles de administración de los riesgos son asignados de diferente manera; expondremos un breve resumen de algunos casos.

#### I. Análisis de riesgos<sup>30</sup>

Métodos:

PERT  
 Análisis de Montecarlo  
 Árboles de decisión  
 Valor monetario esperado  
 Juicio de expertos  
 Simulación de escenarios económicos

Acciones preventivas:

Reservas  
 Planes de contingencia  
 Estrategias alternativas  
 Arreglos contractuales  
 Seguros

#### Método del impacto esperado

Pasos:

- Listar los riesgos
- Estimar el impacto en niveles de 1 a 10
- Estimar la probabilidad de ocurrencia en niveles de 0 a 1
- Priorizar de acuerdo al producto (impacto) (probabilidad)
- Determinar acciones preventivas
- Plan de acciones preventivas (¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo?, etc.)

<sup>30</sup> Fuente: [http://www.udem.edu.mx/capacitacion/admonpro/index\\_archivos/frame.htm](http://www.udem.edu.mx/capacitacion/admonpro/index_archivos/frame.htm)

- Cuando las cosas se observan en la proporción que fueron vistas, solamente se guarda el resultado obtenido por el método de impacto esperado en vez del impacto total

#### Ejemplo de un análisis de riesgos

Riesgos	Impacto	Probabilidad	Ponderancia	Acción preventiva
No terminar a tiempo	4	0.5	2	Contratar a una persona de medio tiempo
Retiro del patrocinio	10	0.1	1	Buscar posibilidades alternativas
Experimentos que no puedan realizarse	8	0.1	0.8	Intentar con métodos analíticos

#### Acciones preventivas

- Deben ser concretas [reservas, planes de contingencia, etc.]
- Se ejecutan ANTES de que el riesgo se materialice
- No listar buenas intenciones, sino acciones como:

#### NO

*Diseños más cuidadosos  
Asegurarse de que el señor "X"  
no vaya a fallar*

*Realizar encuestas con mayor cuidado  
Motivarlos para que participen*

#### SÍ

*Introducir una revisión adicional  
Designar un sustituto*

*Capacitar a los encuestadores  
Ofrecer prácticas de motivación previas*

#### Ventajas

*Sencillo, se invierte poco tiempo y es creativo*

#### Desventajas

*Subjetivo y no siempre llega a resultados concretos*



- Existencia de alternativas eficaces de costo y la posibilidad de no tener opciones (riesgos inequitativos)
- Larga exposición al riesgo

Categorías para mitigar y controlar los riesgos:

Elusión. *No aceptaré esta opción porque es un resultado potencialmente desfavorable...* Para la administración de proyectos, evitar los riesgos se verá reflejado en una selección del sistema (Ejemplo: Evitando los programas paralelos de tecnología y el contratista elegido). Los riesgos no siempre pueden eludirse; una solución alternativa es transferirlos a diferentes áreas, aunque implique que las técnicas utilizadas para mantener los riesgos se traslapen o tomar la decisión de suspender el proyecto, así como cambiar los procedimientos

Reducción. *Estoy de acuerdo del riesgo y tomaré las medidas necesarias para controlar este riesgo, reevaluándolo constantemente y desarrollando planes de contingencia. Haré lo que está planeado. Seguiré con el plan...*

Los planes de contingencia pueden reducir los riesgos por medio de la identificación y documentación de situaciones alternas cuando ocurra un evento de riesgo. De seguir, a pesar de que podría haber importantes consecuencias, será necesario preparar planes de contingencia.

Un plan de contingencia representa soluciones alternas a los problemas técnicos, contratación de parte del trabajo con empresas más calificadas y el uso de tecnologías diferentes. Son muy útiles para enfrentar problemas en costo, eliminar parte del proyecto, cambios en los recursos humanos, reducción en los aspectos técnicos para reducir el trabajo y demás acciones que permitan mitigar los costos y trabajo.

Es importante determinar primero el contorno técnico del proyecto y si existen cambios en esa área. Normalmente ocurren cambios en los costos y programa cuando existen modificaciones en el ámbito técnico

Cuando ocurren varios eventos de riesgo, algunos inciden en los costos y programa de actividades del proyecto aumentándolos; en estos casos será necesario contar con algunas reservas de contingencia para costo y plan de actividades, lo que representará un porcentaje de ambos. Por ejemplo:

Una contingencia en los costos se calcula con cierto grado de precisión al multiplicar la probabilidad de que ocurra (en rangos de cero a uno) por la consecuencia del evento de riesgo (en dinero)

Por lo tanto, un evento de riesgo con probabilidad de que suceda es de 0.6 y una consecuencia de 10,000 USD tendría un valor negativo de

6,000 USD. A esto se le podría asignar tiempo probable para que sucediera y se graficará contra el programa.

Una contingencia en los costos se calcula de manera similar a la de los costos. Es necesario multiplicar la probabilidad de que suceda (0 a 1) por el tiempo adicional que será consumido (consecuencia). Si ocurriera el evento de riesgo, proporcionaría el valor negativo para las unidades de tiempo adicionales que se requieran. *La contingencia del programa en un proyecto de alto riesgo es una necesidad...*<sup>32</sup>

Las reservas para contingencias de costo y programa disminuirán una vez que el riesgo fue evitado y que el proyecto continúe con la cantidad de valor negativo. Por ejemplo, los riesgos en costo que logren evitarse concederán la liberación de los fondos de una reserva para contingencias, de manera que el evento reducirá la cantidad de dinero guardado para uso futuro.

Control del riesgo. Proceso de percibir la condición de un programa y opciones de desarrollo así como las posiciones de retroceso o *fall back* para proporcionar alternativas de solución de bajo riesgo. Ejemplos son el desarrollo en paralelo para investigaciones decisivas, diseño de componentes y conseguir prioridades para materiales críticos.

Suposición. *Sé que el riesgo existe y estoy consciente de las posibles consecuencias. Estoy dispuesto a esperar y observar qué ocurre. Asumo las consecuencias...*

La presunción de riesgos es un reconocimiento de la existencia del riesgo y una decisión por aceptar las consecuencias de fracaso, si llegaran a ocurrir. En diversos proyectos se presume la existencia de varios riesgos.

Elementos como identificación, análisis y selección de técnicas permitirán a los administradores de proyectos intuir lo correcto (ipso de riesgo mínimo)

Transferencia. *Compartiré este riesgo con los demás o transferiré todo a ellos. Quizá logre convertir el riesgo en una oportunidad...*

La transferencia de riesgos se relaciona con las desviaciones que obligan a los administradores de proyectos transferir todo o parte de los riesgos a diferentes áreas por medio de varias formas de contrato, opciones para transferir los riesgos del cliente al contratista e incluyendo la funcionalidad de productos, incentivos, garantías, bonos, pago de fianzas y contrataciones.

El costo del fracaso provocado por los acuerdos entre el cliente y contratista, será considerado por éste.

---

<sup>32</sup> Cleland David & Lewis R. Ireland. Op. cit Pág. 7.36

Conocimiento e investigación. Desarrollaré pruebas extensas y planes de simulación para predecir los resultados... Debemos considerar:

1. Inicio temprano de actividades desarrolladas
2. Implementación de pruebas para desarrollos extensos
3. Desarrollo de simulaciones para predecir la funcionalidad

#### **4.10.5.1 Recomendaciones para planear la respuesta a los riesgos**

1. Antes de comenzar a planear la respuesta a los riesgos debemos asegurarnos que contamos con los siguientes elementos:
  - Plan de administración de riesgos
  - Listado de riesgos por prioridades
  - Riesgos clasificados
  - Riesgos cuantificados
  - Quiénes son los responsables del riesgo
2. Para planear la respuesta a los riesgos tenemos que preguntarnos:
  - ¿Podemos evitar el riesgo?
  - ¿Podemos reducir el riesgo?
  - ¿El riesgo es compartido o transferido?
  - ¿Deberíamos aceptar el riesgo?
  - De ser así, ¿podremos contenerlo?
3. El plan de contingencia al riesgo contendrá:
  - Fecha del evento y su ocurrencia
  - Plan de respuesta al riesgo (¿Cuál estrategia usaremos?)
  - Acciones propuestas
  - Personal responsable del riesgo
4. Los resultados que obtendremos siguiendo los pasos anteriores:
  - Planes de respuesta a los riesgos
  - Riesgos clasificados
  - Acuerdos contractuales
  - Cantidades de dinero necesarias para los fondos de contingencia
  - Entradas hacia otros procesos

#### 4.10.6 Control de los riesgos (Lecciones aprendidas)

En esta etapa los riesgos evaluados son supervisados, identificados nuevos peligros y se ejecutan nuevos planes de reducción de riesgos en todo el ciclo de vida del proyecto.

Las lecciones aprendidas son documentos que describen las experiencias y fracasos que ocurrieron en proyectos anteriores; el objetivo es que en futuros proyectos los administradores de proyectos aprendan de los errores del pasado para que *no vuelvan a equivocarse en lo mismo...*

Hasta la fecha siguen desarrollándose planes para administrar aquellos riesgos que identifican las formas elementales y aproximaciones básicas para su control. *“La experiencia es un excelente maestro en la identificación y reducción del riesgo. No importa cuánto lo intentemos, los riesgos ocurrirán y afectarán a los proyectos... [Harold Kerzner]*

*Ejemplo:*<sup>33</sup>

*Riesgo: Capacitación, materiales y equipo.*

En algunos programas los requerimientos de capacitación no son conducidos adecuadamente; resultando en grandes dificultades en operación y soporte de hardware.

Los programas de capacitación, materiales y equipo como simuladores, serán más complejos y costosos que el hardware que toleran. La entrega de entrenamiento en materiales y equipo de manera eficaz depende de la comprensión del producto final de diseño de la configuración, conceptos de mantenimiento y niveles de habilidad del personal a capacitar.

En diferentes programas, la capacitación en materiales y equipo reportan actividades muy ambiciosas. Los resultados incluyen:

- o Capacitación deficiente
- o El contenido técnico de los materiales no es exactamente el apropiado
- o Realizar de nuevo el diseño (que sería muy costoso)
- o Modificaciones en el equipo de capacitación

*Prevención:*

Los contratistas tendrán objetivos claros acerca de las capacidades del personal y programas recientes para la capacitación en sistemas que serán empleados en el hardware principal y en el diseño de sistemas de capacitación y desarrollo.

---

<sup>33</sup> Véase la sección 17.10 Página 898 de la obra escrita por Harold Kerzner: *Project Management. A systems approach to planning, scheduling and controlling.* John Wiley & Sons INC. 2002

En cuanto a la capacitación laboral, el concepto “*capacidad*” deberá incorporarse en el diseño del equipo, principalmente como un método para reducir la necesidad de equipo adicional de capacitación.

#### **4.10.7 Resumen**

A menudo se suele caer en la equivocación de que los administradores de proyectos de los países desarrollados son los expertos porque tienen mejores herramientas y mayores recursos que los ayudan a resolver los problemas. Por el contrario, entre más facilidades, mayores problemas habrán.

En países subdesarrollados como el nuestro, algunos líderes de proyectos no se arriesgan más de lo necesario, por miedo a fallar y ser tachado de inepto e incluso perder el trabajo. En este ámbito capitalista siempre se debe pensar objetivamente; una persona que constantemente observa su entorno de manera subjetiva tendrá un fracaso seguro, no importa cuánto se esfuerce por alcanzar el éxito. Esto no quiere decir que deberíamos arriesgarnos por corazonadas o por tratar de quedar bien con los jefes; recordemos que todas las organizaciones consideran niveles de riesgo que pueden o no tolerarse y de ahí depende qué criterios tomar como administrador de proyectos. Harold Kerzner tiene a bien decir... *Inadecuadas descripciones e inadecuados entendimientos nublarán la existencia real del riesgo...*

Cualquier predicción de riesgos externos, como huelgas, marchas, inestabilidad económica, asaltos y secuestros, entre otros, podrían no ser exactos porque son elementos que están fuera del alcance de la organización.

Esta área es de gran interés para aquellas compañías que no aceptan el fracaso como una opción. Los riesgos del proyecto incluyen:

- Restricción de viajes debido a la infraestructura del país
- Las huelgas y paros afectan los trabajos
- Vacaciones y días festivos extensos
- Intervención del gobierno
- Cambios en la política monetaria

Un aspecto fundamental que afecta al momento de determinar los riesgos son los factores culturales (además de basarse en datos cuantitativos).

La decisión que tome el administrador de proyectos frente al riesgo dependerá de la situación económica del país, más en estos tiempos en los que nuestra moneda depende del dólar estadounidense.

Otro factor muy importante es el juicio de los expertos, ellos pueden aportar al proyecto elementos que harán más seguro y estable el proyecto reduciendo los riesgos considerablemente. Sus sugerencias serán de gran utilidad en la toma de decisiones, dependerá si tienen mentalidad conservadora o no. Hay una máxima que dice... *La toma de decisiones implica tomar riesgos...*

Con frecuencia se vuelve pesado monitorear los factores que afectan los riesgos porque podrían generar restricciones en tiempo y costo.

La planeación deberá hacerse con mucho cuidado y con la ayuda de los expertos; es necesario considerar todos los factores que podrían alterar el proyecto como la estabilidad del mercado en el país, los patrocinadores del proyecto, políticas de la organización, análisis de mercado, riesgos internos y externos, etc.

#### ***4.11 Administración de la procuración (adquisición)***

La administración de la adquisición incluye todos los procesos necesarios para cumplir el alcance del proyecto desde el exterior de la organización. A continuación se muestra la importancia que conlleva la realización de un contrato.

- La conformidad en la cual se lleva a cabo la licitación depende del riesgo para el contratado en el contrato.
- El tipo de contrato (las cláusulas).
  - Contrato a precio fijo
  - Contrato de reembolso de costos
  - Contrato de precio unitario
  - Contrato de precio calculado
- En la licitación los demás vendedores deben llevar a cabo una negociación, no sólo atendiendo el costo, sino además el tipo de contrato para que no se vean afectados por el riesgo.

Para llevar a cabo un contrato se involucran los siguientes procesos:

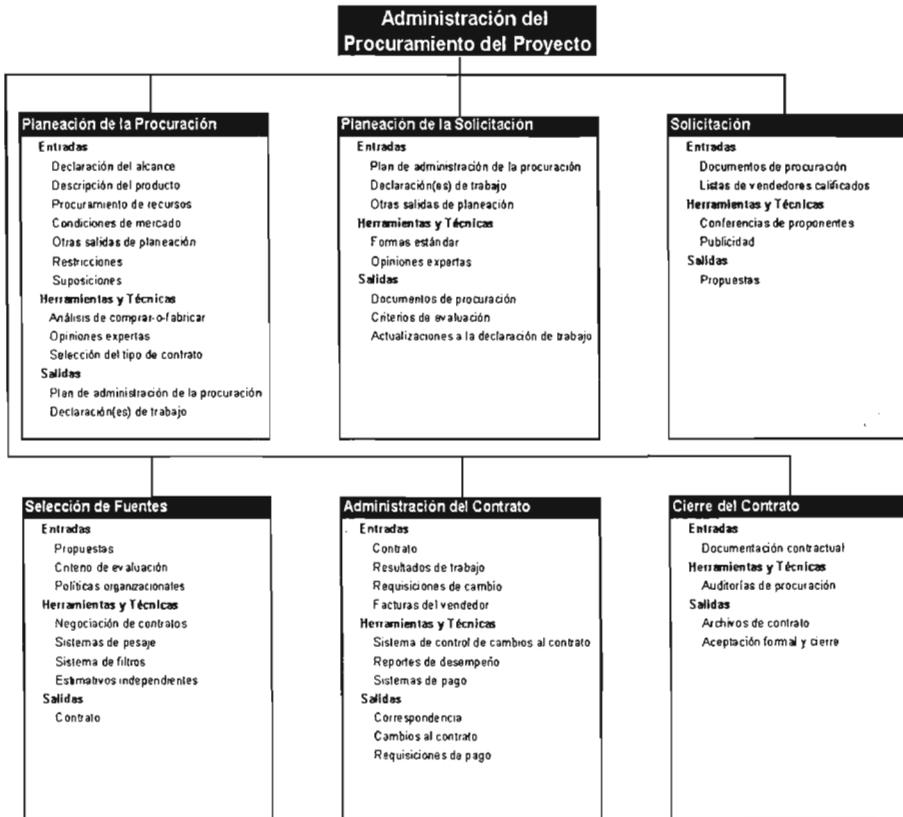
- Planeación de la procuración. Donde se determina qué adquirir y cuándo
- Planeación de la solicitud (licitación). Es documentar los requerimientos del producto e identificar fuentes (proveedores) potenciales.
- Solicitud (licitaciones y cotizaciones). Es obtener cotizaciones, licitaciones, ofertas u otras propuestas como sea apropiado.
- Selección de fuentes (proveedores). Es escoger de entre los vendedores potenciales.
- Administración del contrato. Es administrar la relación con el vendedor.
- Cierre del contrato. Es la terminación y arreglo final del contrato, incluyendo la resolución de cualquier ítem abierto.

Todas las estrategias de adquisición son una parte con la cual la organización alcanza sus objetivos.

Las dos estrategias básicas para la adquisición son:

- Estrategia de adquisición en la corporación. Son las relaciones de adquisición específica, corresponden a la estrategia de la corporación
- Estrategia de adquisición del proyecto. Son las relaciones de adquisición específicas; lleva a cabo el desarrollo del proyecto.

Procesos de administración de la adquisición:



La planeación de la adquisición usualmente sigue los siguientes objetivos:

- Adquisición de bienes y servicios en un solo recurso.
- Adquisición de bienes y servicios en múltiples recursos.
- Adquisición de una pequeña parte de los buenos servicios.
- Ninguna adquisición de bienes y servicios.

Planeación de la adquisición (procuración). Se encarga de identificar las necesidades del proyecto que se pueden satisfacer, adquiriendo servicios que se encuentran fuera de la empresa en la que se realiza el proyecto, que deben abarcarse durante el proceso de selección del alcance.

En la planeación de la adquisición se deben incluir.

- Preparación de la adquisición
- Organizar las adquisiciones
- En la documentación se debe elegir un estándar en el que se establezcan términos y condiciones de órdenes de compra o los contratos. Se debe incluir en ésta cómo se realiza la compra, bajo qué plazos; se debe poner atención en cómo se manejarán los cambios en el alcance, las posibles reclamaciones que llegaran a surgir, los posibles retrasos, etc. Y se debe planear la manera en que se tendrá una comunicación con los proveedores y las áreas de adquisición.

#### **4.11.1 Planeación de la procuración**

### **ENTRADAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN (ADQUISICIÓN)**

Declaración del alcance. Descrito en la administración del alcance en las ENTRADAS A LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE. Éste provee información sobre las necesidades del proyecto y estrategias que hay que tener en cuenta para la planeación de la procuración.

Descripción del producto. La descripción de producto del proyecto proporciona información importante sobre cualquier tema técnico o preocupaciones que se deberán tener en cuenta en la planeación de la procuración.

La descripción del producto es más amplia que una declaración de trabajo. Una descripción de trabajo describe de manera definitiva el producto final del proyecto; una declaración de trabajo describe la porción de ese producto, que será provista por un vendedor para el proyecto. Sin embargo, la organización ejecutora escoge adquirir el producto entero.

Procuramiento de recursos. Si la organización no dispone de un grupo formal de contratación, el equipo de proyecto tendrá que facilitar tanto los recursos como la experiencia para dar soporte a las actividades de adquisición.

Condiciones de mercado. El proceso de planeación de la procuración debe considerar qué productos y servicios están disponibles en el mercado, de quién y bajo qué términos y condiciones.

Otras salidas de planeación. Éstas se deberán considerar durante el proceso de planeación de la procuración. Otras salidas de planeación que se deberán considerar incluyen costos preliminares y estimados de programación, planes de administración de la calidad, proyecciones de flujo de caja, la separación de la estructura de trabajo, riesgos identificados y el plan de *staffing*.

Restricciones. Las restricciones son factores que limitan las opciones del comprador. Una de las restricciones más comunes para muchos proyectos es la limitación de fondos.

Suposiciones. Son factores que, para propósitos de planeación, serán considerados como verdaderos, reales, o ciertos. Las suposiciones involucran algún grado de riesgo y serán normalmente una salida del proceso de identificación de riesgos. Por ejemplo, si la fecha en que una persona clave se pueda hacer disponible es incierta, el equipo puede asumir una fecha específica de comienzo.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN**

Análisis de comprar o fabricar. Esta es una técnica de la administración general que se puede usar para determinar si un producto en particular puede ser producido a un buen costo por la organización ejecutora. Ambos lados del análisis incluyen tanto costos directos como indirectos. Por ejemplo, el lado "comprar" del análisis debe incluir tanto el costo real de compra como los costos indirectos de administrar el proceso de compra. Un análisis de comprar o fabricar también refleja la perspectiva de la organización ejecutora como también las necesidades inmediatas del proyecto. Por ejemplo, la compra de un bien de capital (cualquier objeto desde una grúa de construcción hasta una computadora) en vez de alquilarse, algunas veces es un costo efectivo. Sin embargo, si la organización ejecutora tiene una necesidad de ese ítem, la porción de costo correspondiente al proyecto puede ser menor que el costo del alquiler.

Hay que cuestionar lo siguiente:

Hacer implica	Comprar implica
Un menor costo (algunas veces)	Menor costo (algunas veces)
Fácil integración de la operación	Uso de habilidades de los proveedores
Que se encuentre libre (disponibilidad)	Requerimientos menores
Mantener operabilidad y logística	Capacidades limitadas
	Incremento de fuerza laboral temporalmente
	Control indirecto

Opiniones expertas. Las opiniones expertas muchas veces son necesarias para cuantificar las entradas a este proceso. Tal experiencia puede ser provista por cualquier grupo o personal con conocimiento especializado y que está disponible, entre otras:

- Otras unidades dentro de la organización ejecutora.
- Consultores.
- Profesionales y asociaciones técnicas
- Grupos de industria.

Selección de tipo de contrato. Uno de los factores más importantes es el tipo de contrato. La confidencialidad sobre la que se prepara la licitación depende usualmente del riesgo para el contratado en el contrato.

En una licitación los competidores (proveedores) deben negociar no sólo por el objetivo del costo sino por el tipo de contrato, para prevenirse del riesgo.

Los diferentes tipos de contratos son más o menos apropiados para los diferentes tipos de compras. Los contratos generalmente caen en una de tres categorías amplias:

- Contratos de suma global o de precio fijo. Esta categoría de contrato involucra un precio total fijo para un producto bien definido. Hasta el grado en que el producto no esté bien definido, tanto el comprador como el vendedor están en riesgo. El comprador puede no recibir el producto deseado o el vendedor puede incurrir en costos adicionales para poder proveerlo. Los contratos de precio fijo también pueden incluir costos para cumplir o exceder los objetivos del proyecto como fechas claves del cronograma.
- Contratos de costo reembolsables. Estos contratos involucran pagos (reembolsos) al vendedor por sus costos reales. Los costos están clasificados como directos o indirectos. Los costos directos son en los que se incurre para beneficio exclusivo del proyecto (por ejemplo, salarios de personal de tiempo completo en el proyecto). Los costos indirectos, también llamados costos administrativos, son costos asignados al proyecto por la organización como el costo de hacer negocios (por ejemplo, salarios de ejecutivos corporativos). Los costos indirectos se calculan como un porcentaje de los costos directos. Los contratos de costos reembolsables muchas veces incluyen incentivos por cumplir o exceder los objetivos del proyecto, como fechas claves del cronograma o costos totales.
- Contratos de precios unitarios. Al vendedor se le paga una cantidad predeterminada por unidad de servicio (por ejemplo, \$70 por hora de servicios profesionales o \$1.08 por metro cúbico de tierra removida), y el valor total del contrato es la suma de las cantidades necesarias para completar el trabajo.

Otras categorías:

- Acuerdo mutuo (donde hay una aceptación formal por ambas partes)
- Conciliación (bajo un pago)
- Capacidad (si el contratado es capaz de realizar el trabajo)
- Propósito legal (contrato para un propósito legal)

A continuación se muestran los formatos proporcionados por la ley de los tipos de contrato. Estos contratos deben reflejar las obligaciones legales de las partes para entregar el producto.

Firm Fixed Price (FFP) = Precio fijo absoluto, es el costo pagado de acuerdo a la cantidad establecida, acorde a lo que se define en el contrato independientemente de los costos del vendedor.

Fixed Price Incentive Fee (FPIF) = Precio fijo con incentivo por reducción de costo o entrega anticipada. En este contrato el vendedor puede ganar una cantidad adicional si cumple los criterios de rendimiento establecidos.

Cost Plus Incentive Fee (CPIF) = Costo real (reembolsable) más incentivos por reducción de costos, haciendo uso de un criterio para compartir el riesgo o la variación de riesgo o costo. Este contrato el que el comprador reembolsa al vendedor los costos permitidos y el vendedor obtiene sus ganancias si cumple los criterios de rendimiento establecidos.

Cost Plus Fixed Fee (CPFF) = Costo reembolsable más honorarios fijos. Es un contrato en el que el comprador reembolsa al vendedor los costos permitidos, según lo expresado en el contrato más la cantidad fija de ganancias (pago fijo).

Cost Plus Percentage Cost (CPPC) = Costo real reembolsable más el porcentaje del costo por administración.

Otros tipos de contrato que existen en Estados Unidos:

Por contrato por trabajo terminado. Se paga hasta que el producto se encuentra listo.

Por contrato terminado. Se pasa sobre el avance en las tareas acordadas.

#### **4.11.1.1 REGLAMENTACIÓN APLICADA PARA LA ADQUISICIÓN EN MÉXICO**

La adquisición en nuestro país que se realiza en todas las empresas del gobierno y el sector privado; se rigen por la **Ley Federal de Adquisiciones y Arrendamientos del Sector Público y Privado**. El plan de adquisición debe contener:

- Determinar especificaciones
- Identificar recursos externos o internos
- Priorizar objetivos
- Establecer criterios de selección
- Evaluar metodología de adquisiciones
- Desarrollar solicitud de propuesta
- Enviarla
- Contestar dudas y aclaraciones
- Evaluar propuestas
- Selección de proveedor
- Asignar contrato

*La Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público se integra de los siguientes artículos.*

TITULO PRIMERO. Disposiciones generales

Artículos 1 – 17

TITULO SEGUNDO. De la planeación, programación y presupuestación

Artículos 18 – 24

TITULO TERCERO. De los procedimientos de contratación

Artículos 25 – 43

TITULO CUARTO. De los contratos

Artículos 44 – 55

TITULO QUINTO. De la información y verificación

Artículos 56 – 58

TITULO SEXTO. De las infracciones y sanciones

Artículos 59 – 64

## TITULO SÉPTIMO. De las inconformidades y del procedimiento de conciliación

### Artículo 65 – 73

De los cuales se da una explicación de algunos artículos de importancia para el área de administración de las adquisiciones.

#### Titulo primero

##### Artículo 2

Proveedor. Para que celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios.

Licitante. Es la persona que participa en cualquier procedimiento de licitación pública o bien de invitación de cuando menos a tres personas.

Artículo 13. Tratándose de bienes cuyo proceso de fabricación sea superior a 90 días, la dependencia debe otorgar 20 % de anticipo.

#### Titulo segundo. De planeación, programación y presupuestación.

Artículo 18. De planeación, arrendamientos y servicios, dependencias y entidades, deberán ajustarse a:

1. Objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, regionales y especiales que correspondan; así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales.
2. Objetivos metas y provisiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la federación o de las entidades respectivas.

Artículo 21. Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial<sup>34</sup> (*sic*), a más tardar el 31 de marzo de cada año, su progreso anual de adquisiciones, arrendamientos y servicios, con excepción de aquella información que sea confidencial. Este programa será de carácter informativo.

#### Titulo tercero. De los procedimientos de contratación

Artículo 25. Las dependencias podrán convocar, adjudicar o contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios cuando tenga la autorización global o específica de la secretaria, del presupuesto de inversión y gasto corriente, conforme a los cuales se deben programar los pagos respectivos.

Artículo 26. Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, mediante estos procedimientos de contratación:

1. Licitación pública

---

<sup>34</sup> Actualmente se denomina Secretaría de Economía.

2. Invitación a cuando menos tres personas
3. Adjudicación directa

En los procedimientos de contratación se deben establecer los mismos requisitos y condiciones para los participantes, especialmente en lo referente al tiempo y lugar de entrega, forma y tiempo de pago, penas convencionales, anticipos y garantías; informando a los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos, con el fin de evitar favorecer a algún participante.

Artículo 28. Las licitaciones públicas podrán ser:

1. Nacionales. Cuando únicamente participen personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir sean producidos en el país y cuenten cuando menos el 50 % de contenido nacional, tomando en cuenta el costo de producción del bien, que significa todos los costos menos la promoción de ventas, comercialización, regalías y embarques, así como costos financieros.
2. Internacionales. Cuando pueda participar personal de nacionalidad mexicana y extranjera, y los bienes a adquirir sean de origen nacional y extranjero.

Solamente se llevarán a cabo licitaciones internacionales en los siguientes casos:

- Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados
- Cuando con previa investigación de mercado, no exista oferta de proveedores nacionales respecto a los bienes y servicios en cantidad o calidad requeridas o sea conveniente en cuanto a precio
- Cuando se realice una licitación nacional y ninguna propuesta cumpla con los requisitos
- Cuando se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al gobierno federal o con su aval

Artículo 30. Las convocatorias se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

Artículo 31. Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados, en el domicilio como en los medios de difusión electrónica que establezca la contraloría. Las bases contendrán como mínimo:

- Nombre, denominación o razón social o entidad convocante
- Forma de acreditar la existencia y responsabilidad jurídica del licitante
- Fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que en su caso se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de la presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato
- Señalamiento que será causa del incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación que algún licitante ha acordado para evaluar los precios

de bienes o servicios o cualquier acuerdo que tenga la finalidad de obtener ventaja sobre los demás licitantes

- Idioma u idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones. Los anexos y folletos se podrán presentar en el idioma del país de origen, acompañados de una traducción en español
- Moneda en que se cotizará y efectuará el pago respectivo. En caso de licitación internacional, la forma que se efectuarán los pagos a vendedores extranjeros será con moneda extranjera. No obstante el pago que se realice en territorio nacional, se llevará a cabo al tipo de cambio vigente en la fecha de realización de dicho pago
- La indicación de que ninguna condición incluida en las bases de la licitación podrán ser negociadas
- Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos de conformidad
- Descripción completa de bienes y servicios o indicación de los sistemas empleados para la identificación de esto; información específica que requieran respecto a mantenimiento, asistencia técnica y capacitación, relación de refacciones que deben cotizarse cuando sea parte del contrato (dibujos, cantidades, muestras y pruebas que se realizarán, así como método para ejecutarlas)
- Plazo y condiciones de entrega, así como lugar de las entregas
- Requisitos que deben cumplir quienes desean participar, las cuales no deberán limitar la libre participación de los interesados
- Condiciones de precio y pago, señalando el momento en que se exija el mismo
- Datos sobre las garantías; así como indicación de si se otorga anticipo, en el que se especifica el porcentaje respectivo y momento de entrega
- La indicación de que si parte o la totalidad de los bienes y servicios objeto de la licitación serán adjudicadas a un solo proveedor o si la adjudicación se hará mediante un abastecimiento continuo
- Penas convencionales por atraso en la entrega de los bienes o la presentación de servicios
- La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputables al mismo será sancionado
- En su caso, términos y condiciones a que deberá efectuarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones se envíen por servicio postal o medios de comunicación remota

Artículo 32. El plazo para presentación y apertura de proposiciones de licitaciones internacionales no podrá ser inferior a 20 días naturales a partir de la fecha de publicación de la convocatoria. Y en las suposiciones de licitaciones nacionales será de cuando menos 15 días naturales a partir de la publicación de la convocatoria.

Artículo 34. La entrega de proposiciones se efectuará en dos sobres cerrados, uno contiene la propuesta técnica y el otro la propuesta económica.

Artículo 36. Dentro de los criterios de adjudicación, se podrá establecer lo relativo a costo-beneficio, siempre y cuando sea definitivo, medible y aplicable a todas las propuestas.

Una vez que se han evaluado las proposiciones, el contrato se adjudicará a aquel licitante cuya propuesta sea solvente porque reúne los criterios de adjudicación que se establecen en la licitación, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante y garantice el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultan dos o más propuestas que satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición con el precio más bajo.

#### De las excepciones de la licitación pública

Artículo 41. Las dependencias o entidades podrán encontrar adquisiciones, arrendamientos y servicios a través de procedimientos de invitación de cuando menos a tres personas o adjudicación directa en los siguientes casos:

- El contrato sólo se puede celebrar con una determinada persona en caso de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor, entre otros.
- Cuando peligre o altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales
- Existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes
- Se realicen con fines militares o garanticen la seguridad interior de la nación
- En casos de fuerza mayor, no sea posible obtener bienes o servicios mediante la licitación pública en el tiempo requerido para atender la eventualidad de que se trate, en éste caso las cantidades o conceptos deberán limitarse a lo necesario para afrontarla
- Si hubiera rescindido el contrato por causas imputables al proveedor que haya ganado la licitación. En estos casos la entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia de precio respecto a la propuesta que inicialmente hubiera resultado ganadora no sea superior al 10 %
- Se realicen las dos licitaciones públicas que hayan declarado desiertas
- Existan razones justificadas para la adquisición o arrendamiento de bienes de marca determinada
- Se trate de adquisiciones de bienes perecederos, granos y productos alimenticios básicos o semiprocesados, semovientes o bienes usados. En estos últimos el precio de adquisición no será mayor al determinado con el avalúo

- Se trate de servicios de consultoría, estudios de investigación cuya difusión pudiera afectar el interés público o sea confidencial para el gobierno federal
- Se trate de adquisiciones, arrendamientos o servicios cuya contratación sea con campesinos o grupos urbanos marginados y que la dependencia contrate con los mismos
- Se trate de adquisiciones de bienes que realicen las dependencias o entidades para su comercialización o para someterlas a procesos productivos
- Se trate de adquisiciones provenientes de personas que, sin ser proveedores, ofrezcan bienes en condiciones favorables a razón de encontrarse en estado de liquidación o disolución
- Si se trata de servicios profesionales de una persona física, siempre que éstos se realicen por la misma, sin requerir la utilización de un especialista o técnico
- Si se trata de servicios de mantenimiento a los que se pueda especificar su alcance, establecer cantidades de trabajo o determinar especificaciones
- El objeto de contrato sea el diseño y fabricación de un bien que sirva como prototipo para producir otros en la cantidad necesaria para efectuar las pruebas que demuestran su funcionamiento
- Si se trata de equipos especializados, sustancias y materiales de origen químico, físico-químico o bioquímico para utilizarse en experimentos requeridos en proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, siempre que éstos se autoricen por quien determine el titular de la dependencia o el órgano de gobierno
- Se acepte la adquisición de bienes o la presentación de servicios a título de duración en pago, en los términos de la ley de Servicio de la Tesorería de la Federación

**Artículo 43.** El procedimiento de invitación de cuando menos a tres personas se sujetará a:

1. El proceso de presentación y apertura de proposiciones se realizará en dos etapas, para lo cual la apertura de los sobres se podrá realizar sin la presencia de los licitantes, pero se invitará a un representante del órgano interno de control en la dependencia
2. Para llevar a cabo la adjudicación se deberá contar con un mínimo de tres personas que puedan hacer un análisis técnico
3. En las invitaciones se indicará como mínimo la cantidad y descripción de los bienes y servicios requeridos, plazo y lugar de entrega, así como condiciones de pago
4. Los plazos para la presencia de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo al tipo de bienes o servicios requeridos, así como la complejidad para elaborar la propuesta

5. El carácter nacional o internacional en los términos del artículo 28 de esta ley.

## **SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN**

Plan de administración de la procuración. El plan de administración de la procuración debe describir cómo los procesos que quedan de la procuración (desde la planeación de la licitación hasta el cierre del contrato) serán administrados. Por ejemplo:

- ¿Qué tipos de contratos serán utilizados?
- ¿Si se necesitaran estimados independientes como criterios de evaluación, quién los preparará y cuándo?
- ¿Si la organización ejecutora tiene un departamento de adquisición, qué acciones puede tomar el equipo administrativo de proyecto por sí solo?
- ¿Si se necesitan documentos estandarizados de adquisición, dónde se puede encontrar?
- ¿Cómo se administrarán múltiples proveedores?
- Cómo será coordinada la adquisición con otros aspectos de proyecto, como la programación y reportes de desempeño?

Un plan de administración de adquisición puede ser formal o informal, altamente detallado o de contexto amplio, basado en las necesidades del proyecto.

Declaración(es) de trabajo. La declaración de trabajo (SOW -statement of work-) describe el ítem de adquisición con suficiente detalle para permitir al vendedor determinar si ellos son capaces de proveer el ítem. El "detalle suficiente" puede variar de acuerdo con la naturaleza del ítem, las necesidades del comprador o la forma de contrato.

Algunas áreas de aplicación reconocen diferentes tipos de SOW. Por ejemplo, en algunas jurisdicciones gubernamentales el término SOW es reservado para la adquisición de un ítem que está especificado como producto o servicio, y el término Declaración de Requerimientos (SOR) se usa para la adquisición de un ítem que es presentado como un problema a resolver.

La declaración de trabajo puede ser revisada y refinada a medida que se mueve a través del proceso de adquisición. Por ejemplo, un vendedor potencial puede sugerir una aproximación más eficiente o un producto menos costoso que el original. Cada ítem individual de adquisición requiere una declaración de trabajo individual. Sin embargo, varios productos o servicios se pueden agrupar como un solo ítem de adquisición con un solo SOW.

La declaración de trabajo deberá ser lo más clara, completa y concisa como sea posible. Deberá incluir una descripción de cualquier servicio colateral requerido, tal como reportes de desempeño o soporte operacional postproyecto

para el ítem procurado. En algunas áreas de aplicación hay requerimientos específicos de contenido y formato para un SOW.

#### **4.11.2 Planeación de la solicitud (licitación)**

En ésta se preparan los documentos para obtener información de los probables vendedores en lo relacionado al proyecto. Incluye:

- Cotizaciones
- Propuestas
- Licitaciones

La planeación de la solicitud implica preparar documentos necesarios para realizar la solicitud (licitación); este proceso se describe en la sección de solicitud.

#### **ENTRADAS DE LA PLANEACIÓN DE LA SOLICITACIÓN (LICITACIÓN)**

Plan de administración de la procuración. El plan de la administración de la procuración se describe en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN.

Declaración del trabajo. La declaración del alcance se describe en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN.

Otras salidas de planeación. Se muestran en las ENTRADAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN, que pueden haber sido modificadas desde que fueron consideradas parte del plan de procuración; se deben revisar nuevamente como parte de la solicitud. En particular, la planeación de la solicitud debe ser coordinada de forma estrecha con la programación del proyecto.

#### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DE LA SOLICITACIÓN**

Formas estándar. Pueden incluir contratos estándar, descripciones estándar de ítem de adquisición o versiones estandarizadas de todo o parte de los documentos de una licitación. Las organizaciones que adquieren una gran cantidad de adquisiciones deben tener estos documentos estandarizados.

Opiniones externas. Las opiniones externas se describen en las HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN.

#### **SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA SOLICITACIÓN**

Documentos de procuración (adquisición). Los documentos de procuración se usan para solicitar propuestas de vendedores potenciales. El término "licitación" y "cotización" son usados cuando la decisión de selección de proveedores será

orientada por precio (como cuando se compran productos comerciales), mientras que el término "propuesta" es usado para observaciones no financieras como habilidades técnicas o aproximaciones, son de mucha importancia (como cuando se adquieren servicios profesionales). Sin embargo los términos se usan de manera intercambiable y se debe tener cuidado de no hacer suposiciones falsas en el término utilizado. Nombres comunes para diferentes tipos de documentos de procuración, incluyen: Invitación para licitar (IFB), Solicitud de Propuestas (RFP), Solicitud de Cotizaciones (RFQ), Invitación a Negociar y Respuesta Inicial del Contratista.

Los documentos de procuración deben estar estructurados para facilitar respuestas precisas y completas de los vendedores potenciales. Éstas siempre deberán contener la declaración de trabajo relevante, una descripción de la forma deseada de contestación y cualquier provisión contractual requerida (por ejemplo, una copia de un contrato modelo, provisiones confidenciales). Algo o todo el contenido y estructura de los documentos de adquisición, en particular aquellos preparados por agencias gubernamentales, pueden estar definidos por una regulación.

Los documentos de procuración deben ser lo suficientemente rigurosos para asegurar respuestas consistentes y comparables, pero lo suficientemente flexibles para permitir la consideración de propuestas del vendedor para mejorar las formas de satisfacer los requerimientos.

Criterios de evaluación. Los criterios de evaluación se usan para calificar o cuantificar propuestas. Los criterios de evaluación se incluyen como parte de los documentos de adquisición. Los criterios de evaluación pueden estar limitados al precio de compra si se sabe que el ítem de adquisición está disponible (el "precio de compra" en este contexto incluye tanto el costo del ítem como los gastos asociados, la entrega). Cuando este no sea el caso, identifican y documentan otros criterios. Por ejemplo:

- Entender las necesidades de los clientes . El contratista recibe la propuesta del vendedor.
- Costo del ciclo de vida general. El proveedor seleccionado producirá el costo total más bajo (costo de compra, más costo de operación)
- Capacidad técnica. El contratista elegirá al vendedor que tenga la suficiente experiencia y capacidad para cubrir las necesidades técnicas del proyecto.
- Aproximación administrativa. El vendedor espera que el contratista proporcione los procesos administrativos y procedimientos requeridos para asegurar el éxito del proyecto.
- Capacidad financiera. El proveedor cuenta con capital suficiente para solventar los costos generados para el proyecto antes de que el contratista le pague sus servicios (por ejemplo, transporte, almacenamiento de equipos, pago a subcontratistas, etc.).

Actualizaciones a la declaración de trabajo. Se describe en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN. Las modificaciones de una o más de las declaraciones de trabajo pueden ser identificadas durante la planeación de la licitación.

#### **4.11.3 *Solicitud (licitación)***

La licitación Incluye la obtención de información (licitaciones y propuestas) de los vendedores potenciales de cómo se pueden cumplir las necesidades del proyecto. La mayor actividad de este proceso lo realizan los vendedores potenciales, normalmente sin costo para el proyecto.

#### **ENTRADAS DE LA SOLICITACIÓN**

Documentos de la procuración (adquisición). Los documentos de la procuración se describen en las SALIDAS DE LA PLANEACIÓN DE LA SOLICITACIÓN.

Lista de vendedores calificados. Algunas organizaciones conservan información de vendedores potenciales. Ésta contiene información de la experiencia relevante y otras características de los vendedores potenciales.

Si éstos no están disponibles, el equipo desarrollará sus propias fuentes de información. Existe información general disponible por medio de directorios de bibliotecas, asociaciones locales relevantes, catálogos especializados y otras fuentes similares. Información sobre fuentes específicas pueden requerir un gran esfuerzo, como visitas directas o contactos con previos clientes.

Los documentos de procuración pueden ser enviados a unos o todos de los vendedores potenciales.

#### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA LA SOLICITACIÓN**

Conferencias de proponentes. Las conferencias de proponentes (también llamadas conferencias de contratistas, conferencias de vendedores y conferencias prelicitatorias) son reuniones con vendedores potenciales anteriores a la preparación de una propuesta. Son utilizadas para asegurarse que todos los vendedores potenciales entienden claramente los requisitos de la procuración (requerimientos técnicos, requerimientos de contrato, etc.).

Publicidad. Las listas de vendedores potenciales deben darse a conocer al colocar anuncios publicitarios en publicaciones de circulación general, como periódicos o en publicaciones especializadas, tales como gacetas profesionales. Algunas jurisdicciones gubernamentales requieren avisos públicos de ciertos tipos de ítems de procuración; la mayoría de jurisdicciones gubernamentales requieren de avisos públicos de subcontratos de un contrato gubernamental.

## SALIDAS DE LA SOLICITACIÓN

Propuestas. Las propuestas (véase también la discusión de licitaciones, cotizaciones, y propuestas en los documentos de procuración) son documentos preparados por el vendedor que describen la habilidad y voluntad para proveer el producto requerido. Estos documentos son preparados de acuerdo con los requerimientos de los documentos de procuración relevantes.

### **4.11.4 Selección de fuentes (proveedores)**

La selección de fuentes implica recibir licitaciones y propuestas hasta llegar al fallo técnico para seleccionar al mejor proveedor. En el proceso de selección del proveedor se deben incluir algunos elementos que son indispensables en el contrato.

- Oferta y aceptación
- Intención mutua
- Cláusulas
- Capacidad para contratar
- Propósito legal

Además de otros criterios de evaluación se mencionan lo siguientes:

- El precio puede ser el factor determinante en un artículo común, pero el precio propuesto más bajo puede no ser el costo menor si el proveedor no es capaz de cumplir los requerimientos a tiempo.
- Las propuestas se dividen en secciones técnicas (aproximación) y comerciales (precio) que deben ser evaluadas de manera separada.
- Muchas veces se requieren de varias fuentes para productos críticos.

Las herramientas y técnicas descritas a continuación se emplean una o ambas. Por ejemplo, un sistema de pesaje se implementa para:

- Seleccionar una sola fuente, a quien se le pedirá que firme un contrato estándar.
- Colocar en orden de importancia todas las propuestas para establecer un orden de negociación.

Cuando se trata de la misma importancia, este proceso puede ser repetitivo. Se seleccionará de una lista corta de vendedores calificados con base en una propuesta de precalificación y luego una evaluación de acuerdo con una propuesta más detallada.

## **ENTRADAS A LA SELECCIÓN DE FUENTES**

1. Propuestas técnicas y comerciales de los proveedores (Salidas de la solicitud)
2. Criterios de evaluación (Salidas de la planeación de la solicitud)
3. Políticas organizacionales. Cualquiera y todas las organizaciones que realizan un proyecto pueden tener políticas formales o informales que afecten la evaluación de las propuestas.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA LA SELECCIÓN DE FUENTES**

Negociación de contratos. La negociación del contrato involucra la clarificación y acuerdo mutuo en la estructura y requerimientos del contrato antes de firmar éste. Hasta que sea posible, al final del contrato se deberán mostrar todos los acuerdos logrados. Se incluyen, pero no se limitan a, responsabilidades y autoridades, términos aplicables y la ley, aproximaciones administrativas y técnicas, financiamiento del contrato y precio.

Las negociaciones de contratos son un caso especial de las habilidades administrativas generales que se llaman "la negociación".

Sistemas de pesaje. Es un método para la cuantificación de datos calificativos, de modo que se minimizan los prejuicios personales en la selección de un proveedor. La mayoría de estos sistemas involucran:

- (1) La asignación de un peso numérico a cada criterio de evaluación
- (2) Calificar a cada vendedor potencial en cada criterio
- (3) Multiplicar el peso por la calificación
- (4) Totalizar los resultados de los productos para calcular el puntaje total.

Sistema de filtros. Involucra establecer requerimientos mínimos de desempeño para uno o más de los criterios de evaluación. Por ejemplo, un vendedor potencial puede ser requerido por un administrador de proyectos que sea un (PMP) Administrador de Proyectos Profesional, antes de que sea considerada su opinión.

Estimativos independientes. Para muchos ítems de procuración, la organización que adquiere puede preparar sus estimaciones. Si existen diferencias significativas con respecto a estos estimados, puede ser una indicación de que el SOW no era adecuado o que el vendedor entendió mal o falló al responder de manera total al SOW. Los estimativos independientes se conocen también como estimativos "esto es lo que debería valer".

## **SALIDAS DE LA SELECCIÓN DE FUENTES**

Contrato. Es un acuerdo mutuo que obliga al vendedor a proveer el producto especificado y obliga al comprador a pagar por él. Un contrato es una relación

legal sujeta a mejoras en las Crtes. El acuerdo puede ser simple o complejo, refleja la simplicidad o complejidad del producto. también se le puede llamar al contrato un acuerdo, un subcontrato, una orden de compra o un memorando de acuerdo. La mayoría de las organizaciones tienen políticas documentadas y procedimientos que establece quiénes pueden suscribir los acuerdos por parte de las organizaciones.

#### **4.11.5 Administración del contrato**

Es el proceso en que se verifica que el vendedor cumple con los requerimientos establecidos en el contrato. Debe contener:

- Esquema de entrega
- Procedimiento de pagos
- Método para cálculo de precios
- Garantías
- Posibles cambios
- Inspecciones
- Sanciones o manejo de retrasos
- Protocolos
- Sitios de entrega de bienes
- Terminación

La administración del contrato es el proceso para asegurar el desempeño del vendedor. En los grandes proyectos con múltiples proveedores de productos o servicios, el aspecto importante de la administración del contrato es manejar las opiniones entre varios proveedores.

La administración del contrato incluye la aplicación de los procesos administrativos de proyecto adecuados a las relaciones contractuales y a la integración de las salidas de esos procesos en la administración general del proyecto. Esta integración y coordinación ocurrirá en varios niveles en los que hay varios proveedores y múltiples productos involucrados. Los procesos administrativos de proyectos que se deben aplicar incluyen:

- Ejecución del plan de proyecto, para autorizar el trabajo del contratista en el momento adecuado.
- Reportes de desempeño, para monitorear el costo, programación y desempeño técnico del contratista.
- Control de calidad, para inspeccionar y verificar lo adecuado del producto del contratista.
- Control de cambios, para asegurar que los cambios se aprueban de manera adecuada y que aquellas personas que quieren conocer dichos cambios se enteran de éstos de manera oportuna.

## **ENTRADAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO**

Contrato. Se describe en las SALIDAS DE LA SELECCIÓN DE FUENTES.

Resultados de trabajo. Los resultados del trabajo del vendedor describen qué entregas han sido completadas y cuáles no, hasta qué punto los estándares de calidad se han cumplido, en qué costos se ha incurrido o se ha comprometido, etc. Proporcionan más detalle sobre la ejecución del plan del proyecto.

Requisiciones de cambio. Pueden incluir modificaciones a los términos del contrato, a la descripción de los productos o servicios que serán proveídos. Si el trabajo del vendedor no resulta satisfactorio, una terminación de contrato también sería manejada como una requisición de cambio.

Facturas del vendedor. El vendedor debe elaborar facturas de tiempo en tiempo solicitando pago por el trabajo ejecutado. Los requerimientos de facturación, incluyendo la documentación de soporte necesaria, se definen en el contrato.

## **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO**

Sistema de control de cambios al contrato. Define los procesos por los que el contrato se puede modificar. Éste incluye el papeleo, sistemas de seguimiento, procedimientos de resolución de disputas y niveles de aprobación necesarios para la autorización de cambios.

Reportes de desempeño. Proporcionan información a la administración sobre la efectividad con la que el vendedor está logrando los objetivos contractuales. Los reportes de desempeño del contrato deberán estar integrados con los reportes generales de desempeño del proyecto.

Sistemas de pago. Los pagos al vendedor son manejados por el sistema de cuentas a pagar de la organización ejecutora. En los proyectos más grandes con muchos o complejos requerimientos de procuración, el proyecto puede desarrollar su propio sistema.

## **SALIDAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO**

Correspondencia. Las condiciones y términos de contrato muchas veces requieren de documentación escrita de ciertos aspectos de la comunicación comprador/vendedor, tales como advertencias de ejecuciones insatisfactorias y de cambios o clarificaciones en el contrato.

Cambios al contrato. Los cambios (aprobados o no) son retroalimentados a través de los procesos de planeación y procuración de proyecto, y del plan del proyecto y otros documentos relevantes a medida que éstos son actualizados como sea necesario.

Requisiciones de pago. Esto asume que el proyecto utiliza un sistema externo de pago. Si el proyecto tiene su sistema interno, la salida aquí sería "pagos".

#### **4.11.6 Cierre del contrato**

Involucra la verificación del producto (¿fue todo el trabajo terminado de manera correcta y satisfactoria?). Los términos y condiciones del contrato pueden prescribir procedimientos específicos para el cierre del contrato. La terminación temprana de un contrato es un caso especial del cierre de un contrato.

El cierre de contratos es el proceso que sirve para asegurar la terminación de acuerdos al contrato. Debe contener las auditorías de adquisición y las salidas.

### **ENTRADAS AL CIERRE DE CONTRATOS**

Documentación contractual. La documentación contractual incluye, pero no está limitada al contrato con todos sus cronogramas de soporte, los cambios aprobados y propuestos de contrato, cualquier documentación técnica desarrollada por el proveedor, los reportes del desempeño del proveedor, documentos financieros como facturas o registros de pagos y los resultados de cualquier inspección relacionada con el contrato.

### **HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL CIERRE DEL CONTRATO**

Auditorías de procuración (adquisición). Una auditoría de procuración es una revisión de los procesos de procuración desde la planeación de la procuración hasta la administración del contrato. El objetivo de una auditoría de procuración es identificar los logros y fracasos que obligan a la transferencia a otros ítems de procuración en este proyecto o a otros proyectos en la organización ejecutora.

### **SALIDAS DEL CIERRE DE CONTRATOS**

Archivos de contrato. Un juego completo de archivos se debe preparar para su colocación con los archivos finales del proyecto.

Un juego completo de archivos del proyecto (similares a los archivos del contrato) deberá ser preparado para su almacenamiento por los *stakeholders* interesados. Cualquier base de datos pertinente al proyecto, ya sea específica o amplia se debe actualizar. Cuando los proyectos se ejecutan bajo contrato o cuando involucran una adquisición significativa, se debe poner atención al archivar los datos financieros.

Aceptación formal y cierre. La persona u organización responsable de la administración del contrato deberá proporcionar al vendedor la notificación escrita de que el contrato se ha completado. Los requerimientos para la aceptación formal y cierre están definidos en el contrato.

## ***Capítulo V***

# ***APLICACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS A LA INGENIERÍA***



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **5.1 Introducción**

Elaborar proyectos no es tarea sencilla; requiere de mucho tiempo, personal de varias disciplinas, tramitación administrativa dentro y fuera del país, tareas coordinadas en tiempo y costo, etc. Es tan complejo realizar proyectos, que existen libros con diversos tomos y aun así no logran abarcar todo, pues el entorno cambia constantemente.

Nuestro interés en involucrar al lector en el ámbito de la Administración de Proyectos de Telecomunicaciones, nos obliga a buscar un ejemplo práctico donde podamos mostrar los aspectos y escenarios más importantes que involucra elaborar proyectos para Telecomunicaciones, tomando como referencia la teoría de los capítulos anteriores.

Es menester aclarar que lo expuesto en este capítulo debe considerarse con propósitos descriptivos e incluso educativos, no con fines de lucro. Por lo que nos responsabilizamos del mal uso que llegara a darse. Los nombres utilizados (a excepción de marcas registradas y dependencias gubernamentales) en este capítulo, son ficticios.

Al finalizar esta sección, pretendemos demostrar que los conocimientos adquiridos durante la carrera, si son usados con sociedad y objetividad, sirven para dar solución a problemas de manera práctica. Nuestro objetivo es que generaciones futuras no vean la tesis como un trámite; por el contrario, los conocimientos y experiencia que les haya dejado su investigación, sepan emplearlo en el campo laboral para desarrollar un bien común para la sociedad y las clases menesterosas.

## **5.2 Actualización tecnológica de la red de voz y datos de la Sociedad Cooperativa Cementera Granito**

Granito SC es una organización creada hace 11 años; su visión es convertirse en una de las cementeras de mayor importancia en el país, pero no lo ha logrado debido a rezagos en varios aspectos. Para lograr el objetivo renovaron el consejo de administración y la directiva actual ha establecido un esquema de control basado en el Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard)

Estos son los aspectos de mayor importancia:

**Visión.** Mejorar la comunicación con proveedores, satisfacer las necesidades de los clientes, obtener posición competitiva en la industria a nivel nacional, ampliar la cobertura (llegar a lugares donde otras cementeras no lo han logrado)

**Misión.** Convertirse en un gran competidor a nivel nacional:

- Aumentar la producción con menos recursos
- Reducir gastos de operación .
- Mejorar la productividad por medio de políticas de calidad y honestidad
- Ampliar el mercado incrementando el número de sucursales
- Disminuir tiempos de espera con proveedores
- Mejora continua

**Estrategia.**

- Modernizar la infraestructura de Telecomunicaciones
- Generar confianza en los clientes
- Retener los clientes actuales
- Entender las necesidades del cliente
- Agilizar pago a proveedores
- Establecer control de inventarios para cada sucursal
- Establecer controles de producción centralizados
- Comprar nuevas franquicias
- Mayor rentabilidad de la compañía
- Mayor participación en el mercado
- Crear valores éticos dentro de la empresa
- Mejorar el ambiente laboral

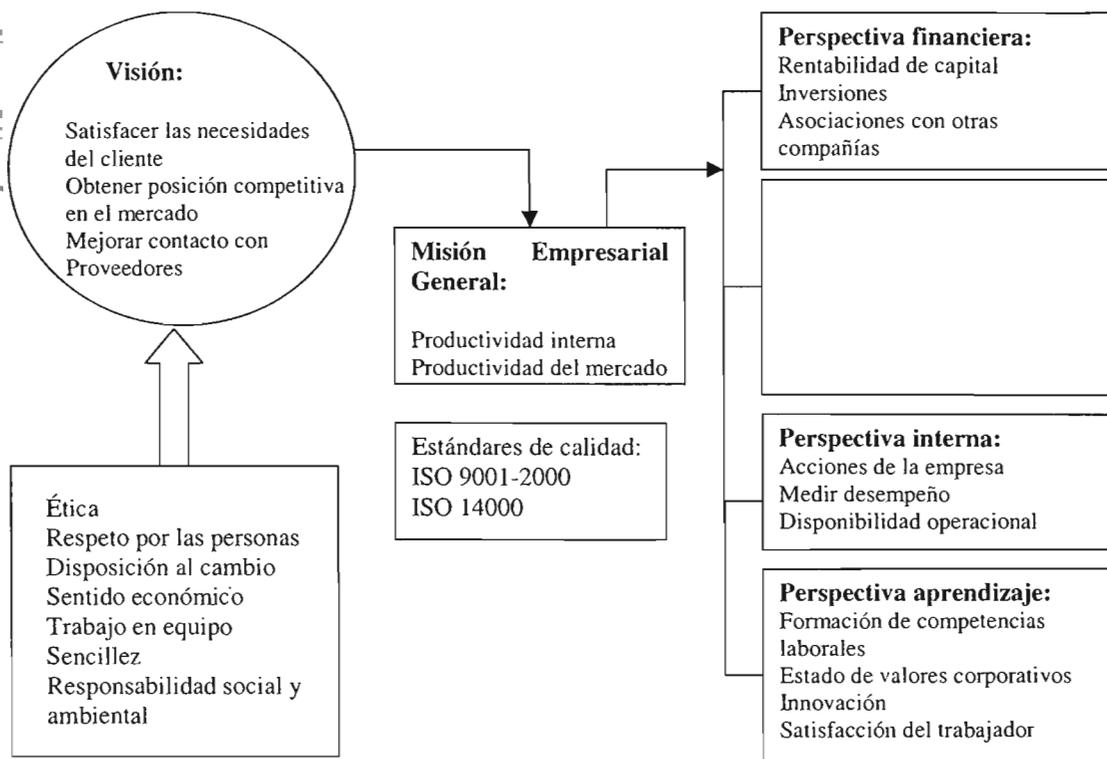


Figura 5.1 Cuadro de Mando Integral de la empresa Granito SC

### 5.3 Visión del área de Telecomunicaciones

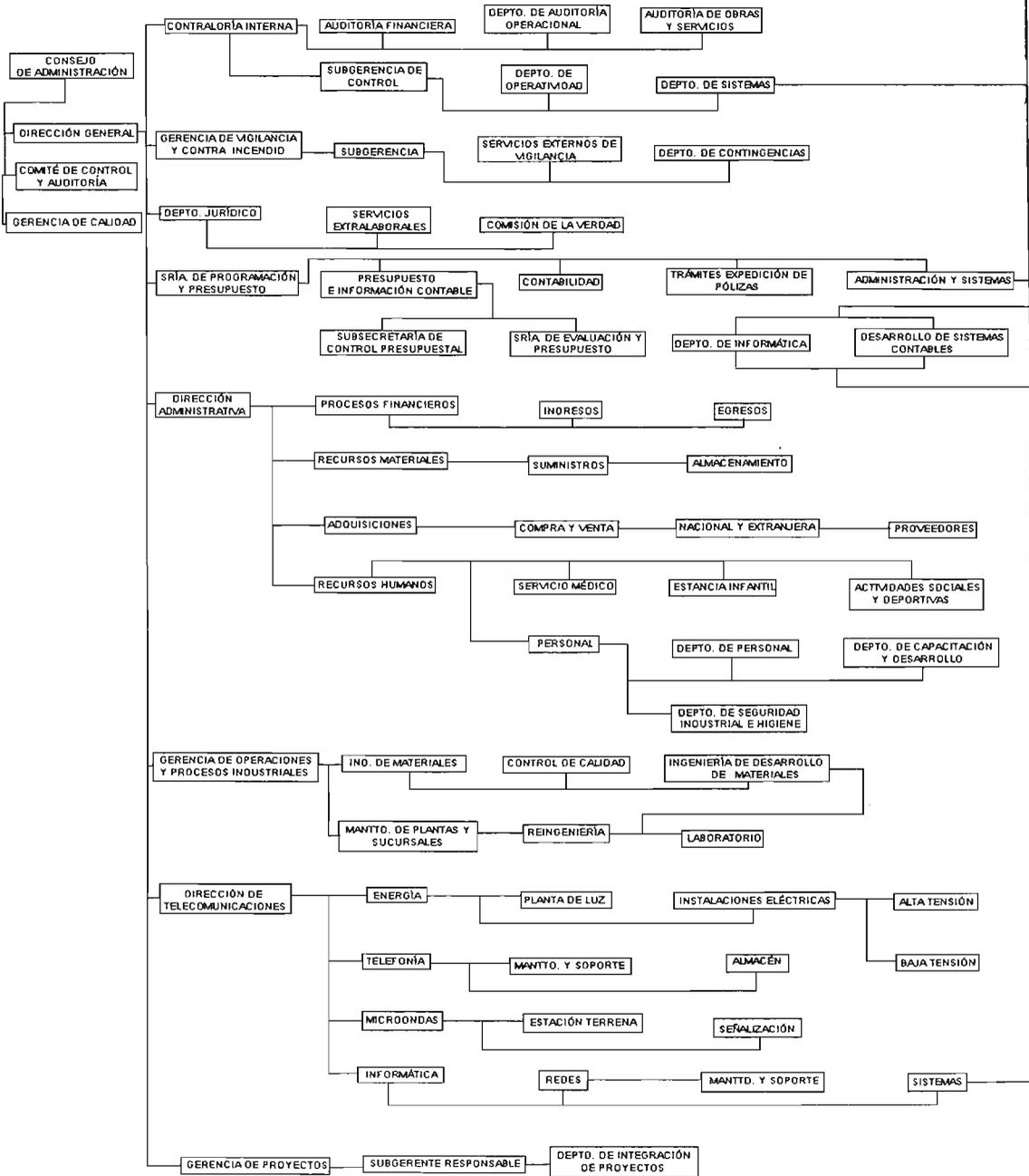
Proporcionar a la compañía soluciones eficientes de Telecomunicaciones con equipos de vanguardia al menor costo para aumentar la producción, competitividad y operabilidad necesarios para alcanzar los objetivos establecidos a mediano y largo plazo por la directiva, haciendo un uso más eficiente de la infraestructura.

#### Misión.

- Disminuir los "cuellos de botella" en las horas de mayor tráfico
- Mejorar los niveles de seguridad para el acceso desde y hacia la Red Corporativa
- Establecer niveles de protección para el acceso de Proveedores hacia la Red Institucional
- Disponibilidad
- Reducir costos por operación y mantenimiento
- Ampliar la cobertura de la red
- Mejora de procesos adoptando las normas más rigurosas actuales
- Obtener certificación de las empresas más importantes en Telecomunicaciones.

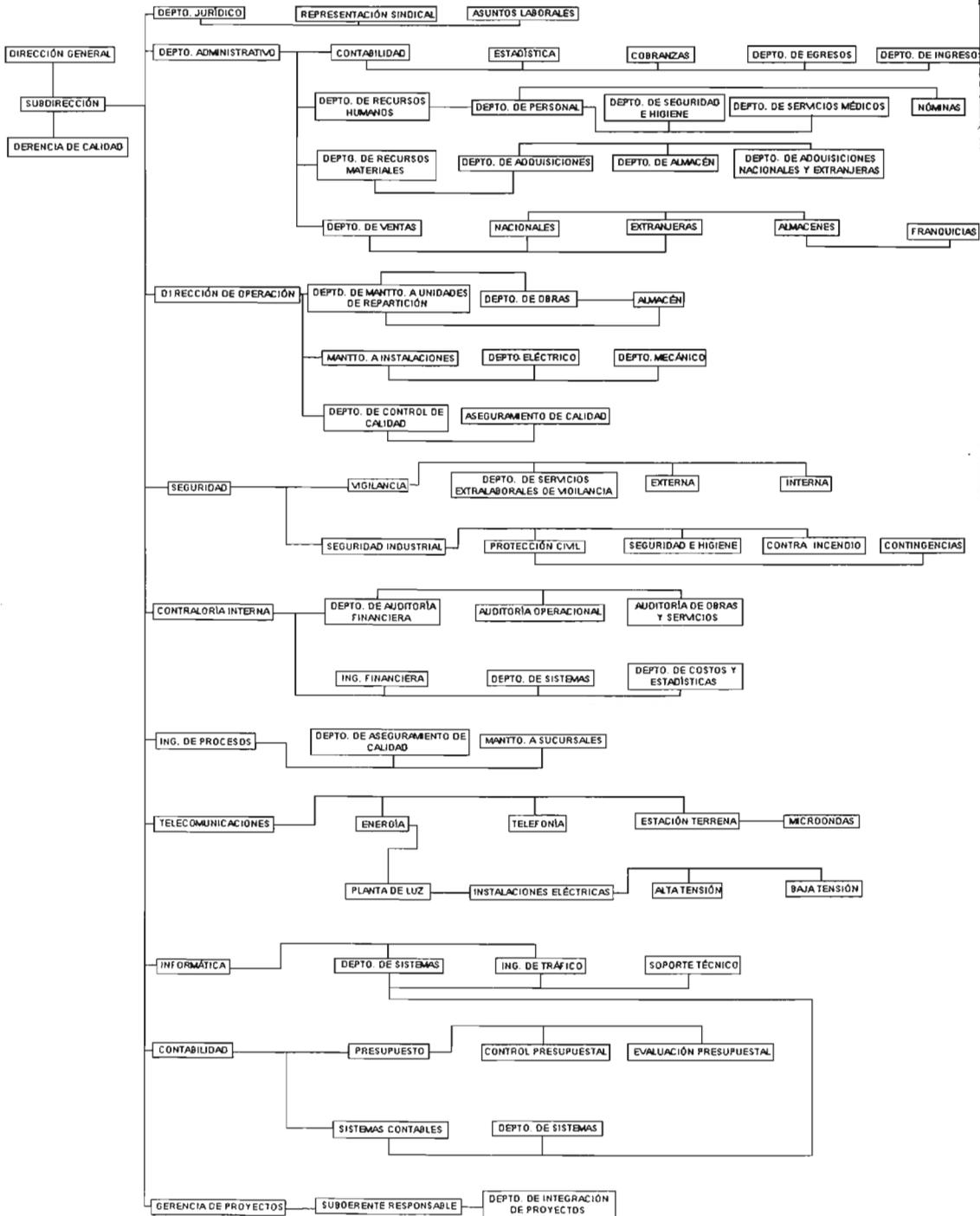
# Organigrama de la compañía

DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN EL CORPORATIVO





DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN SUCURSALES



## **5.4 Antecedentes de la red en operación**

La compañía tiene su sede principal “corporativo” en el Distrito Federal, Plantas de producción en Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Veracruz, La Paz, Villahermosa, Chiapas, Morelia y San Luis Potosí, y sucursales de distribución en Iguala, Guaymas, Reynosa, Ciudad Juárez, Coahuila y Mérida. A causa de los rezagos y el derroche de dinero de la administración anterior, la infraestructura de Telecomunicaciones actual genera demasiados costos por operación y mantenimiento.

La infraestructura de Telecomunicaciones está clasificada en:

- Sistema de Transmisión de Datos
- Sistema de Telefonía
- Sistema de transporte multimedia (para realizar videoconferencias)

### Situación actual:

El transporte de voz, video y datos a través de la red corporativa se maneja por separado. Las portadoras solamente se utilizan para el transporte de señales, no existen niveles de servicio que permitan priorizar los flujos de tráfico. La comunicación con los proveedores se realiza vía telefónica o por medio de Internet a través de la red pública, utilizando líneas arrendadas que son muy costosas para la empresa; debido a rezagos tecnológicos en el hardware y software de los equipos y mala gestión de la red, impiden establecer una Intranet de acceso para el proveedor.

El ancho de banda de la red es insuficiente, causando “cuellos de botella” y lentitud en la transferencia de información de cada sitio hacia la red corporativa. Las portadoras, como se comentó anteriormente, sólo se encargan del transporte de la voz, video y datos a través de la red de la empresa. Por esta razón, el servicio de videoconferencia solamente lo utilizan las plantas de Guadalajara, Monterrey y Corporativo en el DF, ahorrando recursos en hardware y ancho de banda. Esto, cuando la videoconferencia es entre puntos de la misma empresa; cuando la videoconferencia es hacia un proveedor, deben usarse las líneas arrendadas de la empresa, lo que genera costos elevados por el establecimiento del enlace y el tiempo de duración.

La calidad de servicio “QoS” para los servicios de videoconferencia es deficiente debido a que no todas las plantas y sucursales cuentan con la tecnología apropiada y por la comunicación vía PSTN hacia los proveedores.

La red para datos fue implementada desde 1993 con equipos que tenían periodo de vida de 10 años. En las postrimerías del siglo XX los servicios demandados habían sobrepasado la capacidad de los equipos instalados hasta entonces, al grado de que constantemente se colapsaba la red de las plantas y sucursales, cortándose la conexión hacia la red corporativa.

En el 2000 se decidió actualizar parte de la infraestructura de Telecomunicaciones para voz y datos. Instalaron switches de acceso LAN, equipos Catalyst multicapa 6500, 4500 y routers Cisco series 7206 para la conexión hacia la red WAN de la compañía, migraron la telefonía de analógica a digital con equipos Meridian (aunque los servicios de voz continúan enlazándose por medio de la red pública), servidores IBM en plataforma UNIX, Windows 2000.

El diseño efectuado en el 2000 consideró un crecimiento futuro de 5% para los servicios de datos y 20% para los servicios de voz; no obstante estos cambios los servicios para datos sobrepasaban aún la capacidad de los equipos; al comienzo la red funcionó sin problemas, pero en 2002 incrementó el número de personal y servicios, por lo que volvió a saturarse la red y seguían existiendo rezagos.

La productividad de la empresa es precaria, los indicadores de desempeño muestran un declive a partir de 2002, estudios realizados en 2004 señalan que esto se debe al uso desmedido de servicios como Internet, generando “hoyos” en la seguridad de la red, haciéndola vulnerable a ataques del exterior por hackers. Como resultado, los costos por operación y mantenimiento son elevados, además de utilizar mayor ancho de banda.

Los cuartos de Telecomunicaciones de algunas plantas y en el corporativo, son utilizados como bodegas y la ventilación es insuficiente para la cantidad de equipos y accesorios de oficina instalados; cualquier persona puede ingresar a los cuartos, lo cual es un gran riesgo para la compañía porque podría haber sabotaje, ataques de virus o eliminar información confidencial.

La garantía por soporte técnico del proveedor que instaló los equipos en el 2000 no pudo reclamarse porque no existieron acuerdos por escrito, además de que no era un distribuidor autorizado por parte de Cisco y Nortel. La directiva no permitió subcontratar a una empresa que se encargara de dar soporte técnico de los equipos, por lo que los ingenieros de la compañía tuvieron que capacitar a algunos técnicos del corporativo en procedimientos generales para mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos instalados, siguiendo las recomendaciones de los manuales.

En caso de falla en algún dispositivo de la red, el tiempo de respuesta es desde 24 a 48 horas en el corporativo y de 48 a 72 horas cuando es en alguna planta o sucursal.

Estos factores generaron mayores rezagos; el software y firmware de algunos equipos no pudieron actualizarse a causa de la negligencia del personal de Telecomunicaciones a cargo en ese tiempo.

La red sólo cuenta con 5 Router 7206 que se encuentran ubicados en los nodos, que son la salida hacia la red corporativa, además para que las demás sedes se conecten hacia esta red tienen que recorrer grandes distancias hasta llegar a los nodos, porque tienen router Catalyst 3200, las plantas y corporativo tienen contratados 2 E1 para transmitir servicios de datos y video, las sucursales

rentan 1 E1; para servicios de voz el corporativo alquila 80 líneas, las plantas rentan 40 líneas telefónicas y las sucursales rentan 20 líneas telefónicas. Cada red es administrada por 10 servidores con sus respectivas estaciones de trabajo, para que ingresen clientes, proveedores o incluso trabajadores de cierta sede la empresa renta un NAS (Network Acces Server), servidor de acceso remoto para que entren a la sede por medio de la red Telefónica Pública o por la red de Frame Relay. A veces las líneas arrendadas son usadas para enviar datos o video por la red, porque son insuficientes 2,048 Mbps. para transmitir información; todas las sedes tienen un switch catalyst 6500, el cual conmuta a velocidades de OC-3 (155.52 Mbps) entre éste y el router de salida de la sede.

Este switch da servicio a 1 PBX Meridian 11 C en cada sede y a dos switch catalyst 4500 que utilizan velocidades de 1 Gb.Ethernet; éstos proporcionan servicios a todos los switch 3550 situados en los edificios de cada sede; para las salas de videoconferencia sólo se tienen las webcam, pantallas, micrófonos y bocinas.

Los servidores son administrados por 20 Ingenieros en informática, 10 técnicos en informática para la realización de nuevos proyectos, cada sede tiene un equipo integrado por 8 Ingenieros Supervisores en Telecomunicaciones (Junior), que son dirigidos por 1 Ingeniero en Jefe (Senior) y a su vez son supervisados por un jefe.

El sistema de tierra actual sólo se diseñó para el cuarto de equipos de Telecomunicaciones ubicado en la planta baja de cada edificio principal; por la conexión de demasiados equipos que además bajan del distribuidor de cada piso, la barra de tierra se encuentra saturada.

### ***5.5 Cuantificación de equipo actual en la red***

- Existen 5 nodos que se distribuyen entre los 17 estados en los que se encuentran en un corporativo, 10 plantas y 6 sucursales distribuidoras.
- Tiene 600 líneas telefónicas arrendadas, distribuidas en cada sitio
- En cada planta, corporativo y sucursales existen 30 técnicos y 5 ingenieros, para mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de telecomunicaciones e informática, así como 10 ingenieros en Telecomunicaciones que se encargan del desarrollo de tecnología en nuevos proyectos.
- Los servicios de video son proporcionados a través de la red de datos de la compañía. La transferencia de datos se realiza a través de protocolo PPP (Protocolo Punto a Punto)
- Las plantas que se sitúan en Monterrey, Guadalajara, La Paz, Chiapas, Zacatecas, San Luis Potosí, Villahermosa, Morelia, Oaxaca, Veracruz y el edificio corporativo situado en el DF, tienen instaladas redes Ethernet de 10 Mbps. distribuidas en tres edificios; la interconexión se realiza mediante un enlace punto a punto. Para la comunicación entre sitios remotos hacia la red WAN de la organización es utilizado el protocolo punto a multipunto.

- Las sucursales ubicadas en Cd Juárez, Coahuila, Guaymas, Reynosa, Iguala y Mérida tienen instaladas redes Ethernet a 10 Mbps. distribuidas en dos edificios; éstos son interconectados mediante un enlace punto a punto, y para conectar entre estados se realiza la conexión por medio de enlaces punto a multipunto "PMP". Para la comunicación entre sitios remotos hacia la red WAN de la organización es utilizado el protocolo punto a multipunto "PPP".
- Equipo instalado en cada sede

Equipos instalados en el Corporativo	Cantidad
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	9
Switch multicapa Catalyst 4500 de 48 puertos Ethernet	2
Estación de grupo de trabajo	10
Servidor de grupo de trabajo	10
Equipo de videoconferencia	1
Switch multicapa Catalyst 6500 de 48 puertos Ethernet	1
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1
Router 7206 para conexión a la red corporativa	1

*Tabla 5.1 Equipos instalados en el Corporativo*

Equipos instalados en Plantas de tres edificios (Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Veracruz)	Por planta	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	66
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	12
Estación de grupo de trabajo	10	60
Servidor de grupo de trabajo	10	60
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	6
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	6
Router 7206 (de frontera) en Monterrey y Tabasco	1	2
Equipo de videoconferencia (sólo Guadalajara y Monterrey)	1	2
Router cisco 3200	1	4

*Tabla 5.2 Equipos instalados en Plantas de tres edificios*

Equipos instalados en plantas de 2 edificios (Chiapas, La Paz, San Luis Potosí y Morelia)	Por planta	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	44
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	8
Estación de grupo de trabajo	10	40
Servidor de grupo de trabajo	10	40
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	4
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	4
Router 7206 (de frontera) en Morelia	1	1
Router cisco 3200	1	3

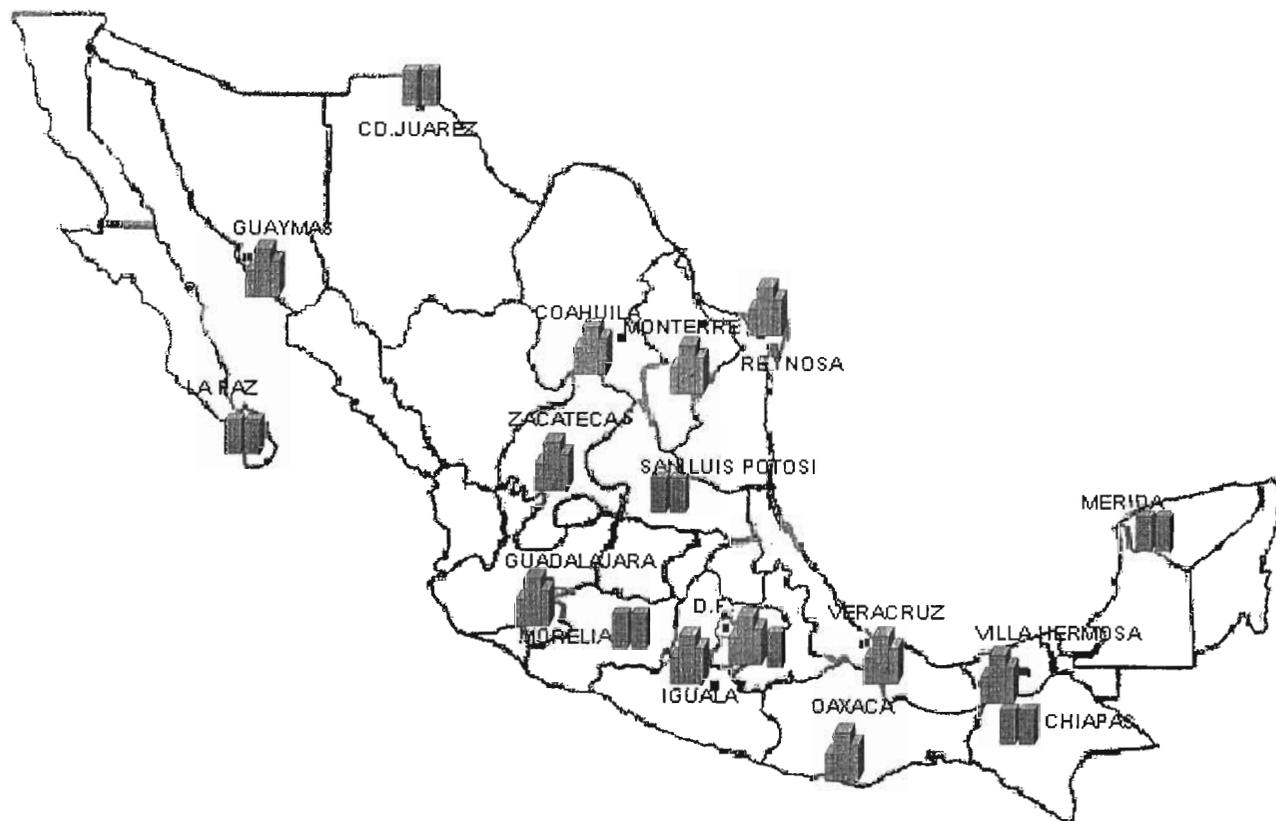
*Tabla 5.3 Equipos instalados en plantas de dos edificios*

Equipos instalados en sucursales de 3 edificios (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila)	Por sucursal	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	44
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	8
Estación de grupo de trabajo	11	44
Servidor de grupo de trabajo	11	44
Equipo Cisco Catalyst 6500	1	4
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	4
Router 7206 (de frontera) en Coahuila	1	1
Router cisco 3200	1	3

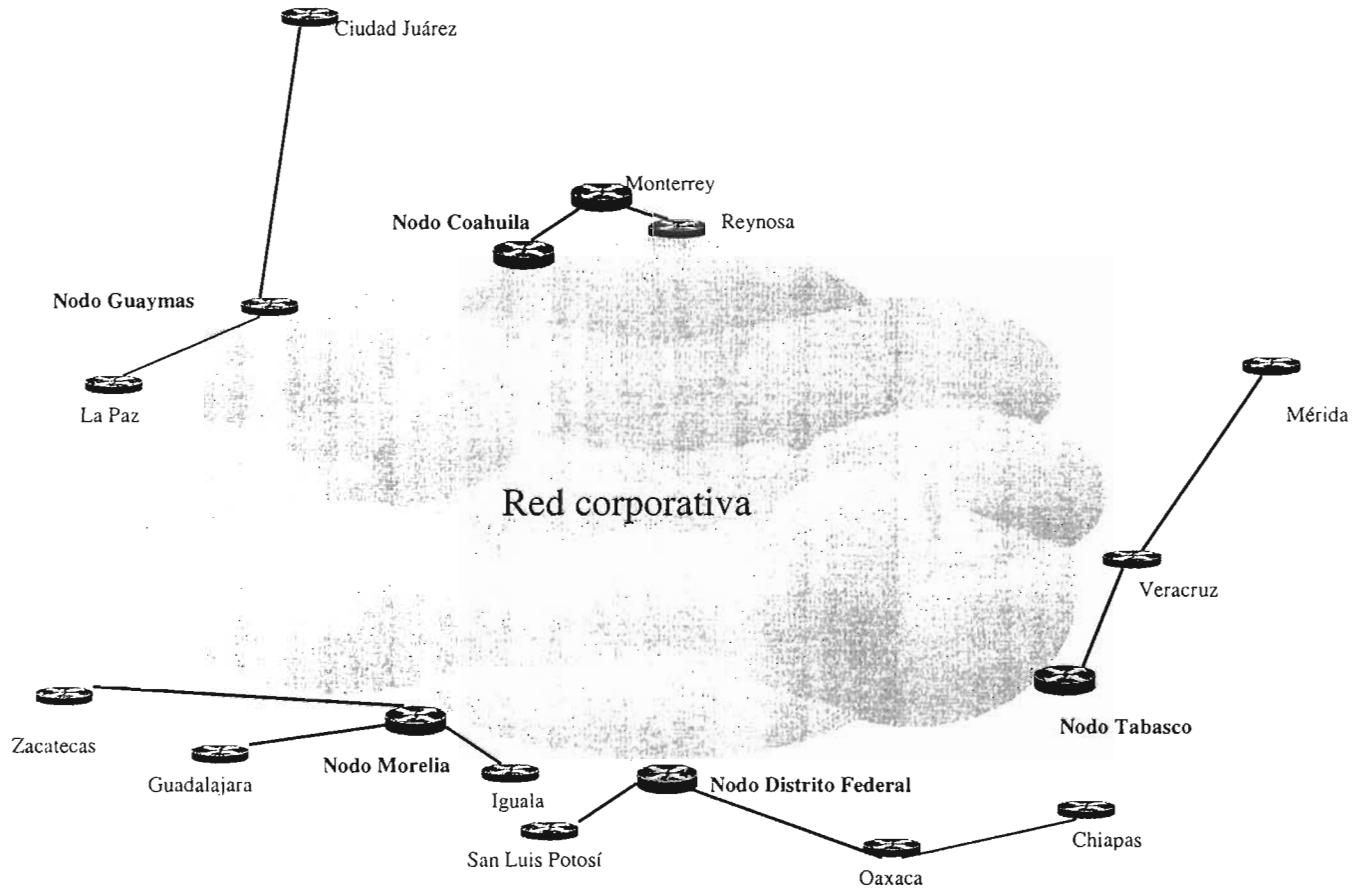
*Tabla 5.4 Equipos instalados en sucursales de tres edificios*

Equipos instalados en sucursales de 2 edificios (CD. Juárez y Mérida)	Por sucursal	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	22
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	4
Estación de grupo de trabajo	11	22
Servidor de grupo de trabajo	11	22
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	2
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	2
Router cisco 3200	1	2

*Tabla 5.5 Equipos instalados en sucursales de dos edificios*



*Figura 5.2 Distribución geográfica de los sitios remotos*



*Figura 5.3 Distribución conceptual de la red corporativa y routers de acceso a los sitios remotos de la compañía*

Distribución de equipos en cada sitio:

Lista de equipos instalados actualmente en el corporativo que proporcionan servicio de voz y datos a 900 usuarios:

Equipos	Símbolo	Cantidad
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.		9
Convertidores de medio 100 Base Tx a 100 Base Fx		9
Switch multicapa Catalyst 4500 de 48 puertos Ethernet		2
Estación de grupo de trabajo		10
Servidor de grupo de trabajo		10
Equipo de videoconferencia		1
Switch multicapa Catalyst 6500 de 48 puertos Ethernet		1
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks		1
Router 7206 para conexión a la red corporativa		1

Las áreas principales de cada edificio son:

Edificio Principal:

- Consejo administrativo
- Comité de control y vigilancia
- Secretaría de Programación y Presupuesto
- Contraloría Interna
- Gerencia de Proyectos

Edificio Jurídico

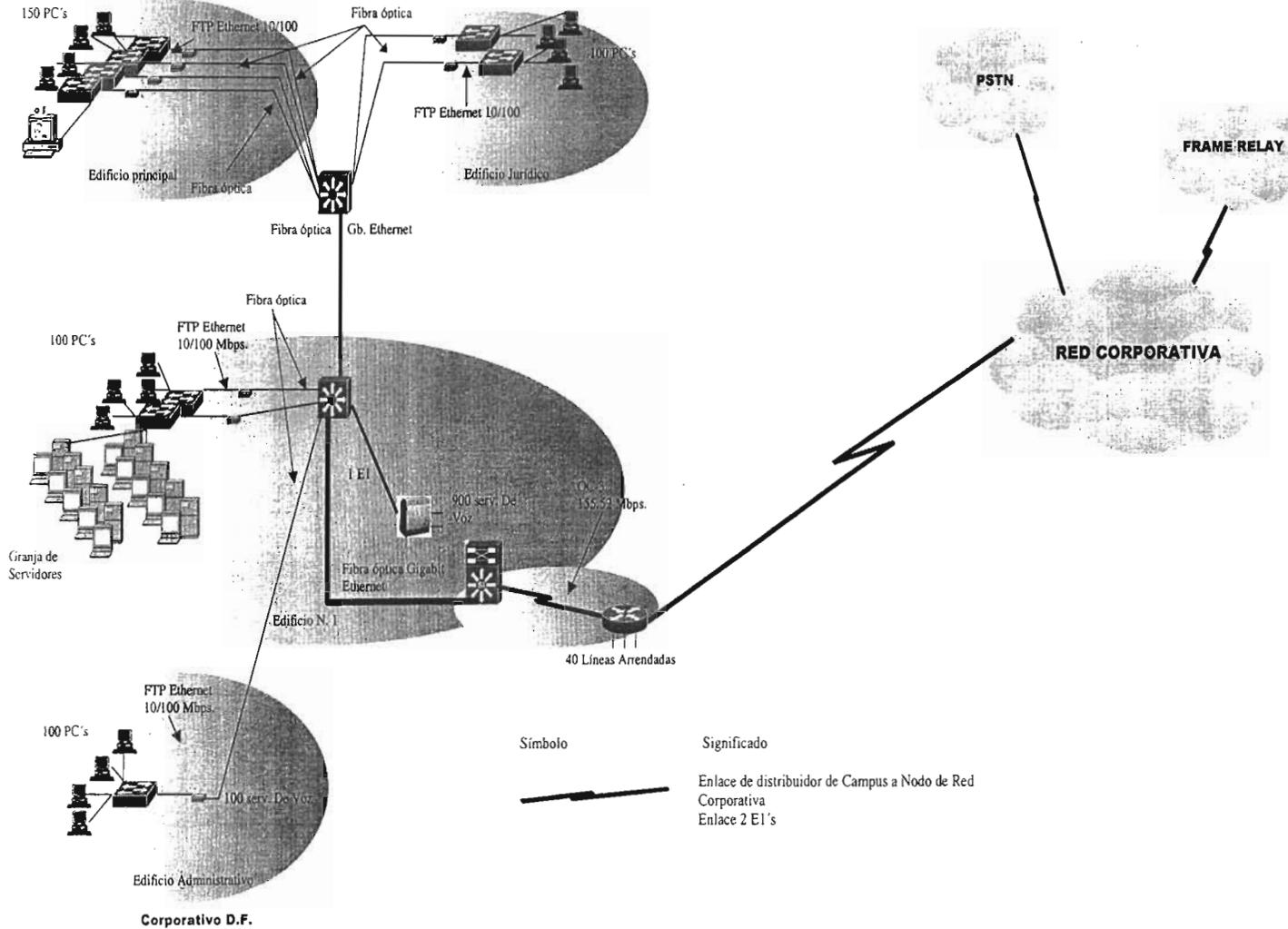
- Dirección Jurídica
- Gerencia de Contraincendio

Edificio Administrativo:

- Dirección de Administración

Edificio de Telecomunicaciones

- Gerencia de Operaciones y Procesos Industriales
- Gerencia de Telecomunicaciones



Lista de equipos instalados en las plantas de producción con tres edificios y tres equipos de acceso

Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Veracruz

Equipos	Por planta	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	66
Convertidores de medio 100 Base Tx a 100 Base Fx	9	54
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	12
Estación de grupo de trabajo	10	60
Servidor de grupo de trabajo	10	60
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	6
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	6
Router 7206 (de frontera) en Monterrey y tabasco	1	2
Equipo de videoconferencia (solo Guadalajara y Monterrey)	1	2
Router cisco 3200	1	4

Áreas principales por edificio

Edificio Principal:

- Dirección General
- Dirección de Administrativa
- Contraloría interna

Edificio N°2:

- Departamento Jurídico
- Sistemas (Informática)
- Telecomunicaciones
- Ingeniería de Procesos

Edificio N° 3:

- Dirección de Operaciones y Procesos Materiales
- Seguridad Industrial
- Guardería y Actividades Deportivas

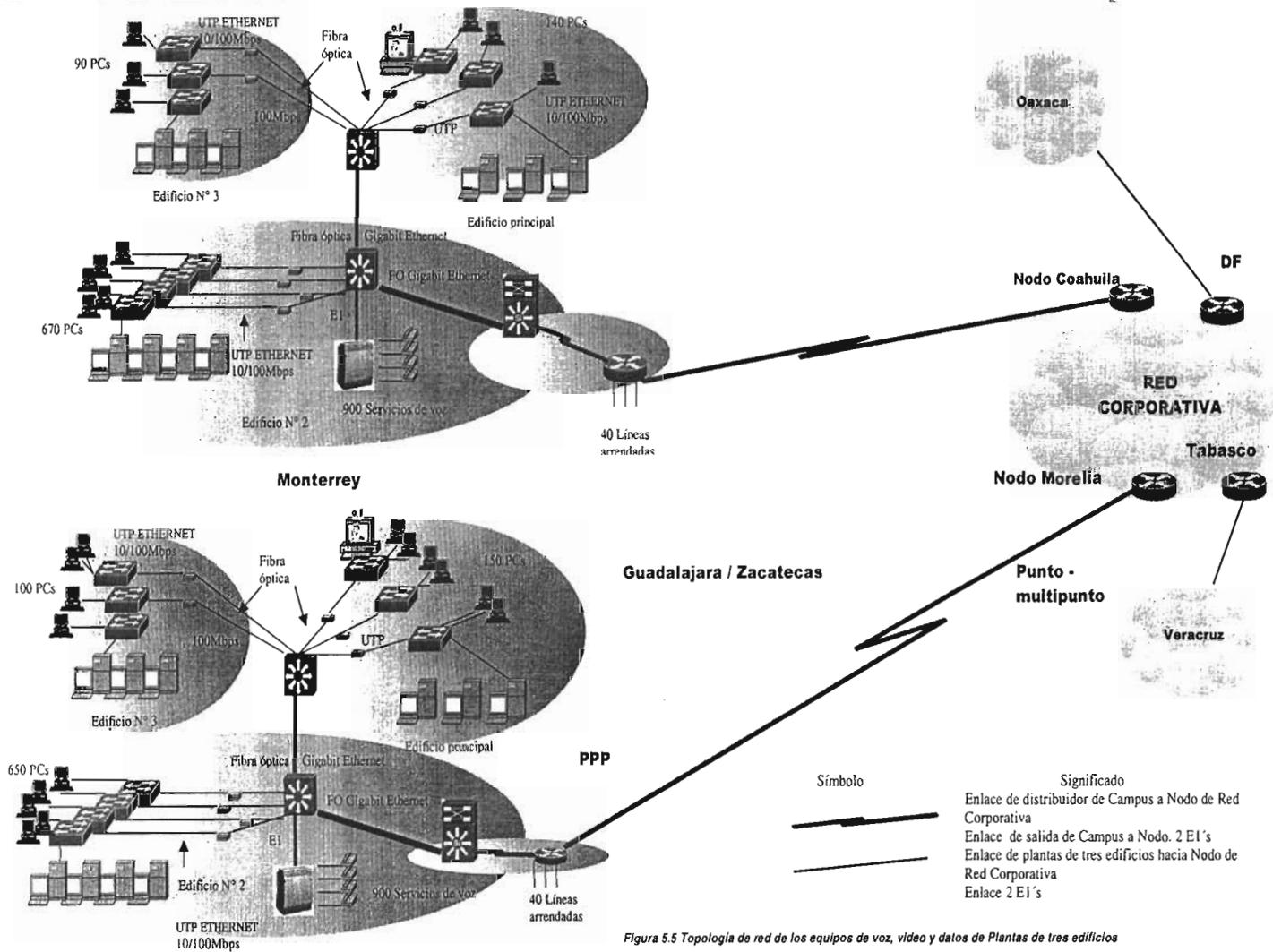


Figura 5.5 Topología de red de los equipos de voz, video y datos de Plantas de tres edificios

Lista de equipos instalados en Plantas de producción con dos edificios y dos equipos de acceso

Chiapas, La Paz, San Luis Potosí y Morelia

Equipos	Por planta	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	44
Convertidores de medio 100 Base Tx a 100 Base Fx	11	44
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	8
Estación de grupo de trabajo	10	40
Servidor de grupo de trabajo	10	40
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	4
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	4
Router 7206 (de frontera) en Morelia	1	1
Router cisco 3200	1	3

Áreas principales por edificio

Edificio Principal:

- Dirección y Subdirección General
- Departamento Jurídico
- Contraloría interna
- Departamento de Administración
- Departamento de Sistemas (Informática)

Edificio N° 2:

- Ingeniería de Procesos
- Jefatura de Operaciones y Procesos Materiales
- Seguridad Industrial
- Telecomunicaciones
- Guardería y Actividades Deportivas

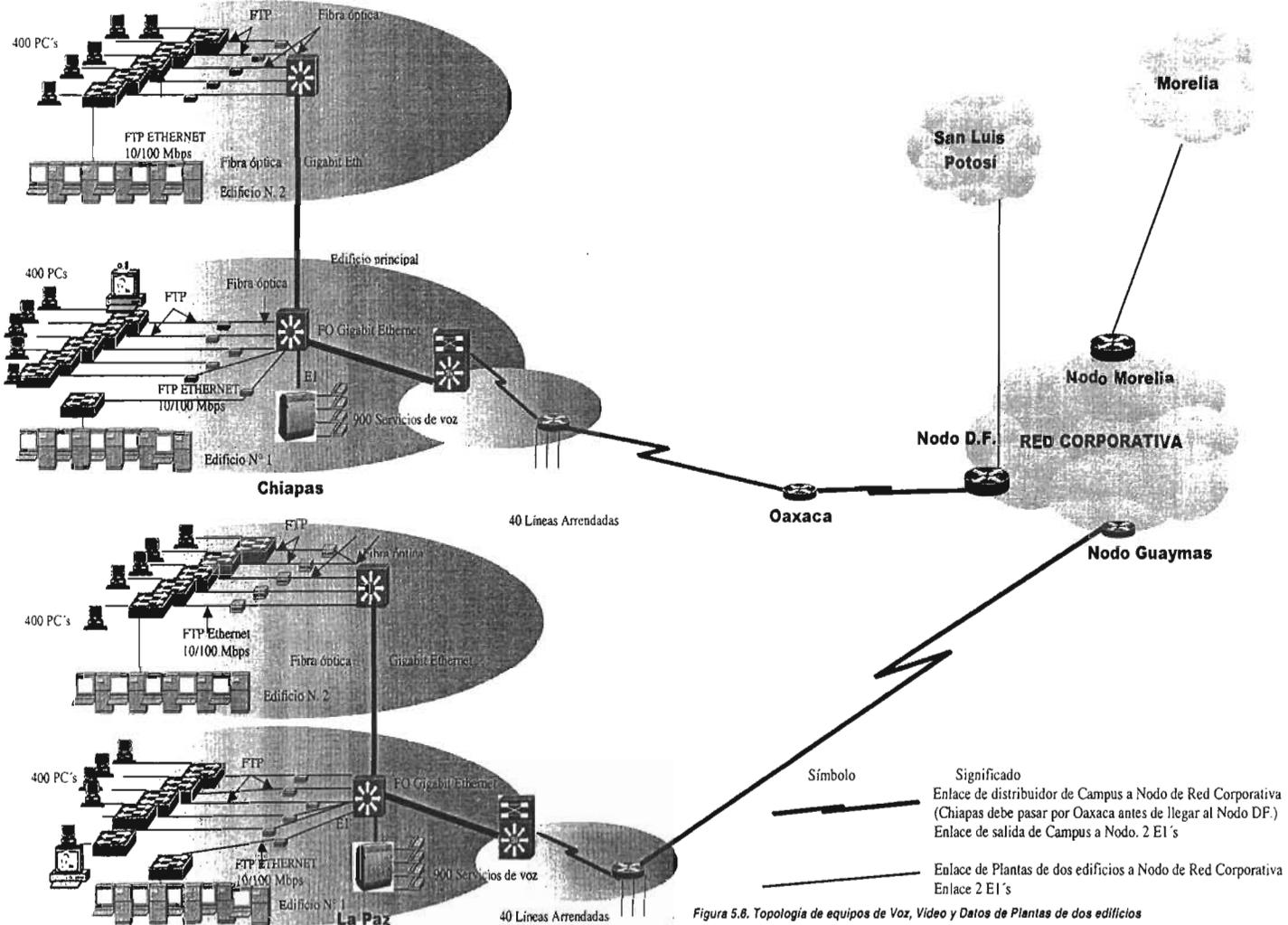


Figura 5.8. Topología de equipos de Vox, Video y Datos de Plantas de dos edificios

Lista de equipos instalados en las Sucursales de tres edificios y tres equipos de acceso (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila)

Equipos	Por sucursal	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	44
Convertidores de medio 100 Base Tx a 100 Base Fx	10	40
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	8
Estación de grupo de trabajo	11	44
Servidor de grupo de trabajo	11	44
Equipo Cisco Catalyst 6500	1	4
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	4
Router 7206 (de frontera) en Coahuila	1	1
Router cisco 3200	1	3

Áreas principales en cada edificio.

Edificio Principal:

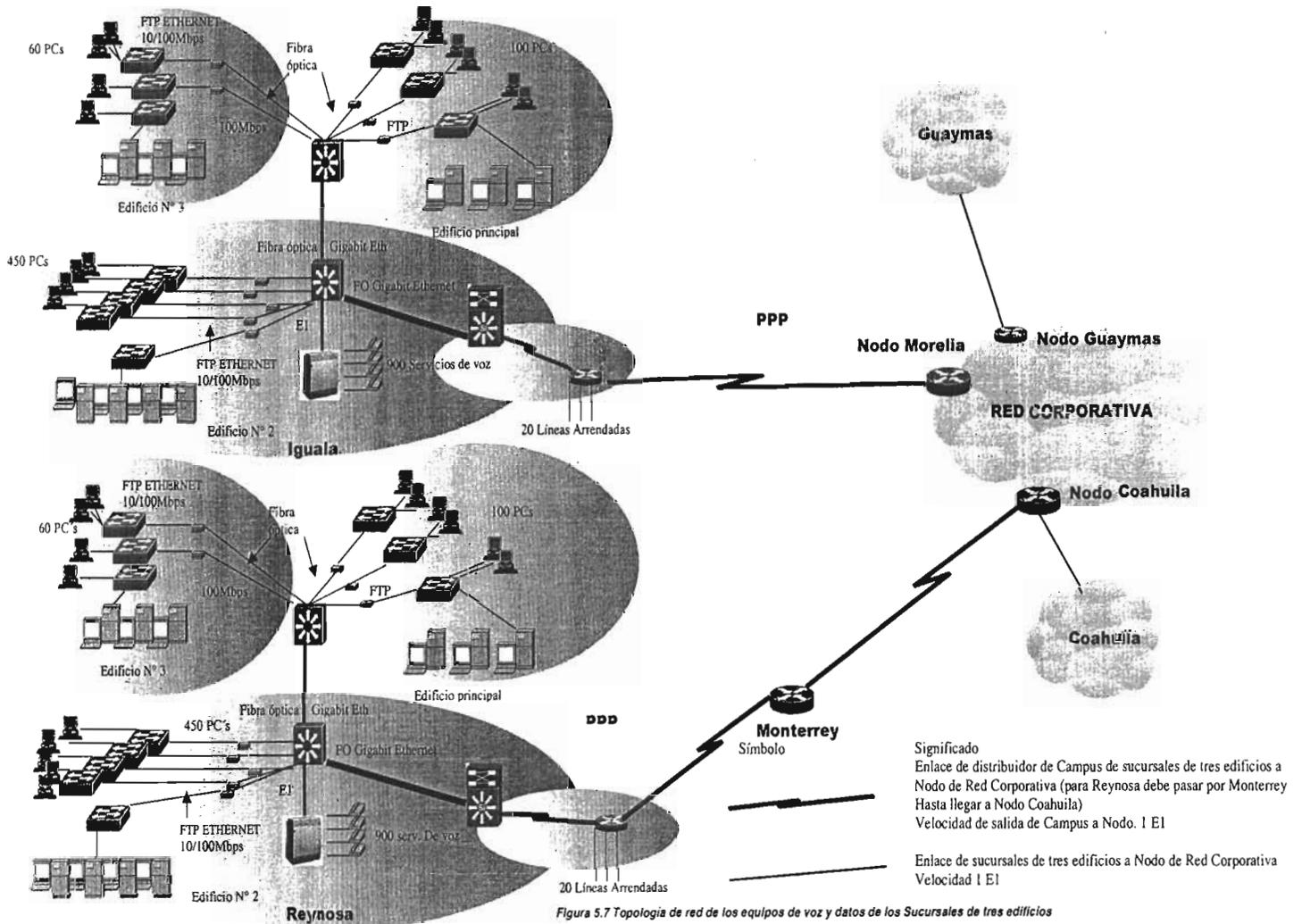
- Dirección y Subdirección General
- Departamento Jurídico
- Contraloría Interna

Edificio N°2:

- Contabilidad
- Departamento Administrativo
- Dirección de Operaciones
- Ingeniería de Procesos

Edificio N°3:

- Telecomunicaciones
- Sistemas (Informática)
- Departamento de Seguridad Industrial



Lista de equipos instalados en sucursales de dos edificios y con dos equipos de acceso (CD. Juárez y Mérida)

Equipos	Por sucursal	En total
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	11	22
Convertidores de medio 100 Base Tx a 100 Base Fx	11	22
Switch cisco 4500 de 48 ptos.	2	4
Estación de grupo de trabajo	11	22
Servidor de grupo de trabajo	11	22
Equipo Cisco Catalyst serie 6500	1	2
PBX Meridian 11 C de Nortel Networks	1	2
Router cisco 3200	1	2

Áreas principales por edificio:

Edificio principal:

- Dirección y Subdirección General
- Departamento Jurídico
- Contraloría Interna
- Departamento Administrativo
- Contabilidad

Edificio N°2:

- Dirección de Operaciones
- Ingeniería de Procesos
- Departamento de Seguridad Industrial
- Telecomunicaciones
- Sistemas (Informática)



## **5.6 Alcances del proyecto**

Objetivo:

Modernizar la red de Telecomunicaciones mediante la actualización y sustitución de equipos de voz, video y datos, e integración de servicios en una sola infraestructura.

### **Misión crítica**

- Cambiar la infraestructura actual debido a los costos elevados de operación y mantenimiento; reducir costos, aumentar la productividad, agilizar la comunicación con los proveedores actuales e intentar adquirir más proveedores, así como llevar un control centralizado y actualizado de todas las sucursales.
- Mejorar controles de acceso a la red de cada sucursal.
- Los ejecutivos y personal autorizado deben tener acceso a los recursos administrativos; por ejemplo: control de costos o de producción desde cualquier lugar y a cualquier momento.

### **Necesidades de la compañía:**

- Establecer una comunicación permanente con todas las sucursales.
- Modernizar la infraestructura de Telecomunicaciones.
- Agilizar pagos a proveedores.
- Agilizar el manejo de la base de datos de nóminas.
- Establecer controles de inventarios de cada sucursal a través de medios como Internet para que estén disponibles en cualquier momento.
- Establecer controles de producción en línea (on line) para que se disponga de ellos en cualquier momento.
- Comprar franquicias
- Efectuar licitaciones apoyándose en la Ley de Adquisiciones y Arrendamientos del Sector Público para elegir proveedores (de Telecomunicaciones referente a la empresa, al equipo y a los proveedores de servicios)
- Contar con un control de nómina en línea. El trabajador obtendrá información de su nómina desde cualquier punto (dentro de la Intranet e incluso desde Extranet) siempre que tenga acceso a Internet desde cualquier terminal; solamente necesitará autenticarse con el servidor tecleando su código de acceso
- Satisfacer los estándares de calidad relevantes

## 5.6.1 Definición del alcance

Justificación del proyecto: Mantener comunicada a la empresa con sus plantas y distribuidoras, por medio de la tecnología MPLS-VPN para abarcar el mayor mercado posible.

Producto del proyecto: Mejorar el servicio de Telecomunicaciones por medio de una red MPLS-VPN. Proveer de 2,000 líneas telefónicas, 11 salas de videoconferencia y 17 nodos que brindarán servicio a 170 equipos de acceso.

El proyecto está dividido en dos secciones:

- Sistema Telefónico
- Sistema de Transmisión de Datos y Videoconferencia

El sistema telefónico requiere la contratación de un proveedor que sea distribuidor autorizado de Nortel Networks México, dado el estado crítico de los equipos que serán instalados.

El proveedor que será contratado para el Sistema de Datos y Videoconferencia debe ser un distribuidor "partner" autorizado por Cisco Systems de México, que tenga la capacidad de responder y ofrecer garantías de que la red quedará funcionando como fue planeada.

Las soluciones que ambos proveedores propongan, deben satisfacer los requerimientos en un 99.5% como mínimo; los tiempos de instalación entre los proveedores serán coordinados de manera que el trabajo de uno no interfiera con el del otro.

Se puede dar el caso de que un solo proveedor sea distribuidor autorizado por parte de ambas compañías, lo cual simplificaría los trabajos; esta es la opción más viable y la que se espera encontrar.

Durante la fase de planeación, el o los proveedores deberán de proporcionar a la Gerencia de Proyectos las cotizaciones correspondientes, a fin de efectuar estudios para evaluar la viabilidad del proyecto.

Los entregables del proyecto están divididos en dos etapas; ambas con duración de seis meses.

Entregas de la primera etapa por parte del proveedor: Suministro, instalación, configuración y puesta en operación de los equipos de acceso para las plantas y corporativo. Deben entregarse 11 nodos que incluyen el siguiente equipamiento:

- 33 Servidores de empresa
- 33 Estaciones de trabajo de empresa
- 22 Switch LAN Cisco Catalyst 3550 de 48 puertos Ethernet
- 7 Routers Cisco 7206
- 26 conmutadores Meridian opción 11C mini marca Nortel Networks

11 Passport 8600 marca Nortel Networks  
11 Equipos de videoconferencia Cisco integrado por:

11 Unidades Multipunto de conferencia "MCU"  
11 Gateways  
11 terminales de video H.323.

2,826 tramos de escalerilla de 3.66 m de longitud con un ancho de 45.72 cm y una separación entre peldaños de 30.48 cm

11,304 soportes para escalerilla de 1/2 pulgada de grosor que incluyen tuercas y clips tipo "U" y herrajes.

Se van a adecuar sistemas de tierra en cada distribuidor de piso para 17 sedes y solucionar el problema de saturación de barras de tierra para evitar riesgos de cortos eléctricos.

Se instalará un sistema de aire acondicionado en el cuarto de equipos de Telecomunicaciones para las 17 sedes; se debe mantener una temperatura continua de 18 °C a 24 °C con 30 a 55% de humedad relativa.

Entregas del proyecto para la segunda etapa por parte del proveedor: Suministro, instalación, configuración y puesta en operación de los equipos de acceso de las 6 sucursales de distribución; los 6 nodos que serán instalados lo integran:

6 Switch LAN Catalyst 3550 de 48 puertos Ethernet  
5 Router Cisco 7206  
12 Estaciones de trabajo de empresa  
12 Servidores de empresa  
12 Conmutadores Meridian 11 C mini de Nortel Networks  
6 Equipos Passport 8003 de Nortel Networks.

Los proveedores y clientes de la cementera podrán acceder a los sitios remotos por medio de una Extranet para ponerse en contacto constantemente con la compañía; serán implementados niveles de seguridad en la red por medio de VPNs, VLANs u otros sistemas o algoritmos de seguridad para evitar el acceso de personal no autorizado a información privilegiada.

El proveedor de Telecomunicaciones dejará en operación 11 equipos de videoconferencia en los que se establecerá calidad de servicio QoS. Estarán distribuidos en las plantas y sucursal matriz, así como sucursales ubicadas cerca de fronteras o zonas donde exista puerto

### **5.6.2 Detalle de soporte del alcance (descripción funcional)**

- La instalación del equipo de Telecomunicaciones permitirá a la empresa hacer del conocimiento de plantas y distribuidores la adquisición de nuevas y mejores tecnologías para la elaboración del cemento y así ofrecer al cliente una gran variedad con diferentes características.
- Las sucursales podrán ofrecer su producto sin importar la cantidad que llegue a pedir el cliente; es decir, siempre estará abastecida para que no se termine su producto; por lo que estará en constante comunicación para que las demás sucursales cercanas la apoyen en la falta de material.
- Las sucursales ubicadas en zonas costeras tendrán la posibilidad a futuro de exportar sus productos a Centro, Sudamérica e incluso Estados Unidos.
- Las sucursales podrán compartir registros de ventas de fechas específicas de mayor demanda del producto al compartir información mediante una red de Telecomunicaciones eficiente. Esta información estará disponible en el momento requerido.
- Habrá prioridad de servicios e información a transmitir.
- Si existe algún producto necesario para el insumo del cemento o tecnología para la elaboración de éste, y que no exista en México y se ofrezca en otro país con mayor calidad, menor costo o en mayores cantidades que no se pueden abastecer en el país, se podrá comprar haciendo una licitación y los proveedores podrán comunicarse con la empresa a través de la Extranet que será implementada.
- También podrán acceder desde Internet inversionistas, clientes potenciales o accionistas que requieran saber constantemente operaciones, incrementos o pérdidas de sus inversiones.
- Directores, personal corporativo y de alto nivel en la empresa tendrán acceso a la información desde la Extranet cuando se encuentren en cursos de capacitación en el extranjero.
- Cuando los cursos de capacitación se realicen dentro de la empresa en alguna sucursal, dispondrán de 11 salas de videoconferencia para establecer comunicación en tiempo real; la finalidad es evitar transportar al personal hasta la entidad en que se impartirá el curso, evitando gastos de transportación y costo de éste.
- Mediante el alojamiento de 2,000 líneas telefónicas en equipos Passports que se distribuyen en los distintos estados, se ahorrarán gastos de llamadas de larga distancia y mantendrá comunicado al personal sin limitarse en las llamadas realizadas.

### **5.6.3 Plan de manejo del alcance**

- El personal técnico de Telecomunicaciones de la empresa que intervenga en el proyecto recibirá capacitación por parte del proveedor, de los equipos y sistemas que serán implementados en el manejo, gestión, configuración y mantenimiento.
- Para evaluar la factibilidad y viabilidad del proyecto, personal de la Gerencia de Proyectos que está integrando la propuesta elaborarán estudios de mercado para seleccionar sólo a los mejores proveedores que cumplan con los requerimientos de equipo deseado, cantidad y calidad; en este caso la licitación será directa, por lo que no será necesario efectuar concursos de licitación internacional.
- Los medios de transmisión que están instalados se aprovecharán, siempre que cumplan con las características para transmitir en el nuevo equipo, como por ejemplo: la categoría 5 de UTP.
- Por tratarse de una red MPLS-VPN, contendrá enlaces redundantes que van a dar una confiabilidad de que sus enlaces no se interrumpirán en caso de que falle un enlace.
- Para ahorrar costos, personal técnico de la compañía se encargará de adecuar los cuartos de Telecomunicaciones, incluyendo: sistemas de ventilación, eléctrico, instalar cableado horizontal hacia los equipos del usuario. El proveedor se encargará de la conexión de los equipos hacia la red y con los demás sistemas existentes.

### **5.7 Tiempo de duración del proyecto**

#### **Primera etapa:**

Comprende la implementación de los Sistemas de Telefonía y Datos en el corporativo y 10 plantas de producción. Los trabajos están considerados en un plazo máximo de 40 semanas; esta etapa comprende la licitación, estudio de mercado, maquetas y estimar el costo; las adquisiciones que incluyen desde solicitar presupuesto, autorizarlo, adquirir equipos, distribuirlos, asignar recursos humanos y capacitar al personal que realice la implementación, las adecuaciones en plantas y corporativo se efectúan por ingenieros y técnicos residentes en plantas.

#### **Segunda etapa:**

Esta etapa comprende la implementación de redes en 6 sucursales de distribución, se implementan en aproximadamente seis meses, que inicia desde el 12 de septiembre de 2005 y terminarán el 8 de febrero de 2006, cuando se concluirá el proyecto de acuerdo a lo planeado; esta segunda etapa comprende desde la adquisición, que incluye la autorización de presupuesto de esta fase del proyecto, compra de equipos y su distribución, las adecuaciones de las sucursales se realizarán por parte de ingenieros y técnicos residentes en sucursales y las implementaciones las efectuará el personal capacitado.

Al finalizar la implementación se solucionarán los pequeños problemas que no se hayan logrado resolver en su momento, para los cuales se trabajará durante las cuatro semanas después de instalar equipos en la última sucursal; esta etapa incluye la finalización y cierre formal del proyecto.

### 5.8 Elaboración de carta constitutiva

Los ingenieros encargados de la propuesta presentaron su idea al líder de proyectos, éste la consideró ambiciosa y probablemente viable. Para ello, indicó a los ingenieros de la propuesta elaborar una carta constitutiva donde resuman el objetivo del proyecto y los probables riesgos que aparecerían una vez que comience. Como aval se solicitó al supervisor del área de Integración su cooperación, el cual accedió después de estudiar la situación y la documentación que hemos descrito en párrafos anteriores.

<b>CARTA COSTITUTIVA</b>	
<p>Nombre: Actualización tecnológica de la red de voz y datos de la Sociedad Cooperativa Cementera Granito</p> <p>Objetivo: Modernizar la Red de Telecomunicaciones mediante la actualización y sustitución de equipos de voz, video y datos, e integración de servicios en una infraestructura común.</p> <p>Costo de proyecto: <b><u>4,003,250.12 USD</u></b></p> <p>Fechas clave:</p> <p>Adquisiciones primera fase 3/01/05 a 4/05/05</p> <p>Comprende la adquisición de materiales de ambas etapas 3/01/05 al 26/02/05 y la compra de equipos de 1ª etapa 26/02/05 al 3/03/05</p> <p>Distribución de equipos a sedes: 3/03/05 al 4/05/05</p> <p>Validación de prototipo de pruebas (maqueta) 3/03/05 al 30/03/05</p> <p>Inicio de trabajos de primera fase: 29/04/05</p> <p>Fin de trabajos primera etapa: 1/11/05</p> <p>Adquisiciones de segunda fase: 8/02/05 al 28/03/05</p> <p>Comprende la adquisición de equipos para segunda etapa (sucursales) 26/02/05 al 3/03/05</p> <p>Distribución de equipos: 3/03/05 al 28/03/05</p> <p>Validación de prototipo de pruebas (maqueta): 3/03/05 al 30/03/05</p> <p>Inicio de trabajos de segunda fase: 29/10/05</p> <p>Fin de trabajos de segunda fase: 8/02/06</p>	<p>Fecha: 5 / 12 / 14</p> <p>Costo de estimado de equipos de primera etapa: <b><u>2,492,500.00 USD</u></b></p> <p>Costo estimado de materiales de primera y segunda etapa: <b><u>772,052.98 USD</u></b></p> <p>Costo estimado de mano de obra para primera etapa considerando 20% para contingencias por mano de obra u otros imprevistos: <b><u>24,072.30 USD</u></b></p> <p>Costo estimado de equipos de segunda etapa: <b><u>704,000.00 USD</u></b></p> <p>Costo estimado de mano de obra para segunda etapa, considerando 20% para contingencias por mano de obra u otros imprevistos: <b><u>10,624.84 USD</u></b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio de proyecto: 3/01/05</li> <li>• Inicio de compra primera fase: 3/01/05</li> </ul>	<p>Fin de proyecto: 8/02/06</p> <p>Inicio de compra segunda fase: 8/02/05</p>
<p>La adquisición de los equipos podría retrasarse a causa de conflictos entre los</p>	<p>Cada proveedor tendrá definidos periodos de entrega, mediante los cuales se</p>

### CARTA COSTITUTIVA

proveedores, debido a que los equipos son de fabricantes diferentes.	compromete por escrito a cumplir con lo pactado, siendo penalizado en caso de incumplimiento. Por citar un ejemplo, el proveedor tendrá almacenes cerca de bodegas de la empresa cementera para reponer equipos que tenga en existencia lo antes posible mientras llegan los demás
Retraso en la entrega de los equipos a causa de trámites de internación al país y homologaciones por parte del proveedor	El proveedor entregará a la gerencia de proyectos una carta compromiso de entrega de equipos dentro de un plazo establecido, para el caso contrario se le penalizará cobrando una fianza y costos que generen el retraso en el proyecto
La prolongación de tiempo de los trabajos implica un costo no previsto, como: el pago a los trabajadores por el alargamiento de fechas en la elaboración del proyecto	Se considera un costo extra del 20% al proyecto para contingencias.
Una mala cuantificación durante la planeación de costo de los equipos y materiales	Considerar un 5% adicional para materiales que se requieran comprar en sitio.
El equipo se dañe durante su traslado	El proveedor debe entregar carta compromiso en la que se estipule que el equipo llegue bien; en caso contrario, el proveedor debe entregar equipos con características similares o mejores en un plazo no mayor a 48 horas.
El proveedor no acepte los términos y condiciones de la compañía	Se escoge a otro partner de Nortel o Cisco de los tres diferentes proveedores que se hayan seleccionado y elegir el que cumpla con las condiciones impuestas por la compañía.
Los equipos estén discontinuados	El proveedor entregará cartas End Of Life o End Of Sale y propondrá equipos iguales o de mejores características sin cobrar costo adicional.
El anteproyecto sea rechazado por el consejo de administración	Elaborar estudios de mercado y presentar análisis costo beneficio y presentar considerando tres posibles escenarios: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer el proyecto apoyándose en los procedimientos del PMI</li> <li>2. Efectuar el proyecto sin secuencia lógica</li> <li>3. Dejar la infraestructura actual como está (indicando las consecuencias que tendría no realizar el proyecto)</li> </ol>
Prolongación en el tiempo de inicio de los trabajos por retrasos en los permisos	Realizar reuniones emergentes con el área encargada para resolver y ver mediante una matriz de responsabilidades con quiénes se debe reunir para solucionar el problema y agilizar trabajos.
El proveedor no quiera entregar cartas de	Será descartado y se elegirá otro de los

<b>CARTA COSTITUTIVA</b>	
responsabilidad y garantías	proveedores que cotizaron.
El personal técnico se niegue a trabajar a causa de problemas contractuales con la compañía	Realizar reuniones con jefes y supervisores de área y negociar
Retraso en pagos al proveedor de los equipos	Sólo se dará prioridad a los sitios de mayor importancia.
El arreglo de los sitios de Telecomunicaciones no termine a tiempo	Hacer uso de horas extra y firmar acuerdos con trabajadores acerca de esto.
La cooperativa entre en quiebra y se suspenda el proyecto	Verificar el soporte financiero de la compañía y apoyarse en patrocinadores.
La compañía de proveedor entre en quiebra	El proveedor pagará una fianza para asegurar el abastecimiento de equipos conforme a lo indicado al proveedor.
Retrasos en los entregables del proyecto	El proveedor debe tener equipos en existencia en almacenes que se encuentren cerca de las plantas y sucursales de la cementera para evitar pérdidas de tiempo de traslado.  Apegarse a los tiempos de entrega pactados.
Desvíos considerables en la línea base	Realizar reuniones semanales y juntas de alineación para ver el avance real del proyecto en cuanto a costo, tiempo calidad y recursos humanos.
El proyecto consuma más de lo presupuestado	Realizar juntas de alineación y ver cuáles objetivos se han cumplido hasta ese momento y solicitar más presupuesto, justificando el costo de éste.
Cambios drásticos en el alcance	Elaborar un sistema de control de cambios y medidas de contingencia.
Carencias en la comunicación	Se establecerán matrices de responsabilidad y canales de comunicación.
Riesgos no considerados durante la planeación	Se elaborará un plan de respuesta al riesgo.
El proveedor no incluya lo necesario para la instalación de los equipos	Entregar cartas de responsabilidad mediante las cuales el proveedor se compromete a listar todo el material necesario para la instalación de equipos; en caso contrario, el proveedor suministrará los faltantes sin costo para la cementera.
Los equipos no sean compatibles con la red actual, aún y cuando el proveedor lo garantice	Se elabora una carta compromiso y entrega al proveedor mediante la cual éste debe cambiar los equipos iguales o de mejores características en un plazo de 24 hrs. a 48 hrs.
Deceso del personal encargado de supervisar los trabajos	Mediante un esquema de relevo se pondrá al personal debidamente capacitado para realizar las funciones de

<b>CARTA COSTITUTIVA</b>	
	la otra persona.
Accidentes de trabajo	Los trabajadores tendrán seguro de vida y de gastos médicos particulares; en caso de ser necesario se enviará a un hospital ubicado cerca de la sede donde se registre el accidente.
El personal técnico se niegue a laborar sábados y días festivos	Elaborar convenios y reuniones con el personal y sus representantes para llegar a un acuerdo.
Falta de acuerdos entre las partes interesadas en el proyecto	Realizar reuniones entre las partes interesadas antes de iniciar trabajos, y planear esquemas de comunicación eficientes para aclarar dudas y problemas que puedan surgir antes de realizar el proyecto.
Los técnicos o ingenieros encuentren otro trabajo y abandonen el proyecto	Firma de contratos por tiempo definido; Motivar a lo empleados con incentivos económicos y oportunidad de crecimiento en la empresa para que no abandonen el proyecto.
Alguna disciplina decida construir un cubículo u oficina donde está ubicado uno de los cuartos de Telecomunicaciones.	Se diseñan, distribuyen y verifican planos de cuartos de equipos de Telecomunicaciones para evitar que las demás áreas instalen, modifiquen la ubicación o invadan espacio de estos cuartos. También deben evitar instalar cerca equipos que emitan grandes campos electromagnéticos como generadores o subestaciones eléctricas que puedan dañar equipos instalados en los cuartos. Tener planos actualizados de los cuartos de Telecomunicaciones.
Personal administrativo no esté de acuerdo en la actualización	Elaborar juntas y encuestas para determinar las necesidades dentro de la compañía.
Las rutas de canalización para los nuevos servicios hacia los usuarios no son las correctas	Apegarse a las normas de Telecomunicaciones, elaborar planos y realizar visitas en sitio para comprobar la información de planos existentes de la red actual.
El proyecto no termine a tiempo	Efectuar juntas de alineación para ver estado de costo, tiempo y recursos. Para modificar y organizar nuevamente las actividades.
El proyecto termine antes de lo previsto	Efectuar pruebas a equipos y verificar la correcta operabilidad de la nueva implementación; de ser satisfactoria, dar un incentivo económico al personal que laboró en el proyecto.
Pérdida o robo de equipo	Firmar cartas de responsabilidad con el proveedor y acordar por escrito la

### CARTA COSTITUTIVA

	reposición de equipos, si fuera éste el caso sin cobrar costo extra.
Que llegue incompleto o dañado	Firmar acuerdos y garantías por escrito del equipo vendido.

• Responsables del proyecto:

Ing. Marco Antonio Olivares Martínez \_\_\_\_\_

Ing. Ricardo Israel Vázquez Miranda \_\_\_\_\_

Ing. Especialista José Luis Contreras Palma \_\_\_\_\_

Ing. Tipo A Daniel Díaz Dueñas \_\_\_\_\_

Ing. Tipo B Narciso Hernández González \_\_\_\_\_

Ing. Senior Javier Hernández Ramírez \_\_\_\_\_

Áreas involucradas:

- Depto. Administrativo: Lic. Jorge Alberto López \_\_\_\_\_
- Contraloría interna: Lic. Antonio Ibarra Cervantes \_\_\_\_\_
- Dir. de Operación y: Ing. José Luis García López \_\_\_\_\_
- Depto. Jurídico: Lic. Mateo García castillo \_\_\_\_\_
- Depto. de vigilancia: Lic. Alberto González Hernández \_\_\_\_\_
- Dir. de Telecomunicaciones: Ing. Guillermo Silva Díaz \_\_\_\_\_
- Sría. de Prog. y Presupuesto: Lic. Gonzalo Mejía Carmona \_\_\_\_\_
- Gerencia de Operaciones y Procesos Industriales: Ing. Esteban Solís Sánchez  
\_\_\_\_\_
- Gerencia de sistemas eléctricos: Ing. Ángel Mondragón Valeriano  
\_\_\_\_\_
- Gerencia de Proyectos: Ing. Juan Ballesteros Colín \_\_\_\_\_
- Gerente de Proyecto: Ing. Jesús Romero Buchán \_\_\_\_\_
- Ing. de Proyecto: Ricardo Vázquez Fernández \_\_\_\_\_
- Supervisor: Ing. Efraín Jiménez Gutiérrez \_\_\_\_\_

<b>CARTA COSTITUTIVA</b>
Fecha de emisión de documento: 3 / 10 / 04
Autorizó: Ing. Javier Godínez Escamilla _____

### **5.9 Análisis Costo-Beneficio**

Antes de tomar la decisión de aceptar o no el proyecto es necesario efectuar estudios que permiten evaluar su factibilidad, viabilidad y competencia en el mercado a partir de los costos estimados para el proyecto.<sup>1</sup>

#### Costo por mano de obra:

Durante la primera etapa del proyecto (primeros seis meses), los costos planeados por mano de obra son:

SEDE (PLANTA)	COSTO PLANEADO EN DÓLARES ESTADOUNIDENSES
D.F.	1,511.40
GUADALAJARA	1,555.17
ZACATECAS	1,546.76
MONTERREY	1,559.53
SAN LUIS POTOSÍ	1,555.13
LA PAZ	1,546.78
MORELIA	1,555.13
OAXACA	1,546.73
CHIAPAS	1,546.73
TABASCO	1,555.13
VERACRUZ	1,546.73

*Tabla 5.6 Costo de mano de obra para primera etapa del proyecto*

Durante la segunda etapa (segundo semestre), los costos planeados por mano de obra son:

SEDE (SUCURSAL)	COSTO PLANEADO EN DÓLARES ESTADOUNIDENSES
MÉRIDA	1,386.75

<sup>1</sup> En nuestro siguiente capítulo explicaremos ampliamente este tema dada su complejidad; por el momento, describiremos de manera general los elementos que intervienen en análisis de este tipo.

SEDE (SUCURSAL)	COSTO PLANEADO EN DÓLARES ESTADOUNIDENSES
IGUALA	1,346.53
REYNOSA	1,394.93
COAHUILA	1,386.53
CD.JUÁREZ	1,390.93
GUAYMAS	1,386.53

*Tabla 5.7 Costo de mano de obra para la segunda etapa del proyecto*

### **5.9.1 Selección de proveedores**

En base a un estudio de mercado realizado y apoyándose en la Ley Federal de Adquisiciones y Arrendamientos del Sector Público y privado, artículos 26 y 40, se adquieren equipos de Telecomunicaciones a los proveedores por compra directa. El motivo de ello es por las marcas que satisfacen las exigencias del equipo necesario para el proyecto.

Después se invitó cuando menos a tres marcas en el mercado de Telecomunicaciones.

En este proceso se invitaron a las marcas Cisco Systems, Nortel Networks y Avaya, de estas marcas se sometieron a prueba sus equipos y se eligió Nortel Networks para equipos de sistemas telefónicos PBX y convergencia de servicios hacia la red corporativa; estos satisfacen los requerimientos de servicios de telefonía que requiere la empresa cementera y cumple con los estándares nacionales e internacionales de Telecomunicaciones que aplican a este sistema.

Otra razón por la que se eligieron éstos es por la durabilidad y resultan económicos en comparación con las marcas Cisco Systems y Avaya; tienen la posibilidad de migrar a un entorno IP sin generar costos a la compañía.

Para la convergencia de servicios se eligieron Passport serie 8000 por la flexibilidad, escalabilidad, dar prioridad al flujo de información; por ser compatible con otras marcas, tiene la posibilidad de migrar a un entorno IP puro por la Calidad de servicio y por ofrecer disponibilidad de 99.6%.

Para equipos switch y router se eligió la marca Cisco Systems por la calidad de servicio, velocidad de conmutación, por ser equipos con gran escalabilidad, compatibilidad con equipos instalados actualmente; se pueden implementar niveles de seguridad por medio de VPN's y algoritmos de encriptado.

### **5.9.2 Costo de equipos**

Primera fase:

Lista de equipos propuestos para instalar en el Corporativo

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Switch LAN cisco 3550 de 48 puertos, capa 2 y ofrece QoS.	2	13,000	26,000
Estación de trabajo para empresa	3	1,500	4,500

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Servidor para empresa	3	4,000	12,000
Passport 8600 Nortel Networks	1	70,000	70,000
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	1	30,000	30,000
Terminal H. 323 para por video IP	1	20,000	20,000
Gateway	1	15,000	15,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini, que alojará 60-128 Líneas Telefónicas	5	10,000	50,000
<b>Total:</b>	<b>17</b>		<b>227, 500</b>

*Tabla 5.8 Costo de equipos a instalar en Corporativo*

Lista de equipos propuestos para instalar en las plantas de Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Veracruz que tienen 3 edificios

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Switch LAN cisco 3550 de 48 pts., capa 2 y ofrece QoS.	2	13,000	26,000
Estación de trabajo para empresa	3	1,500	4,500
Servidor para empresa	3	4,000	12,000
Passport 8600 Nortel Networks	1	70,000	70,000
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	1	30,000	30,000
Terminal H. 323 para por video IP	1	20,000	20,000
Gateway	1	15,000	15,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini, que alojará 60-128 Líneas Telefónicas	2 y 3 para Guadalajara	10,000	20,000
Router 7206 cisco Catalyst de frontera (Excepto en Monterrey y Tabasco)	1	40,000	40,000
<b>Total</b>			<b>237,500</b>

*Tabla 5.9 Costo de equipos en Plantas de tres edificios*

En todas las plantas se instalarán 100 líneas, pero en Guadalajara serán 200 líneas, por lo que se instalarán 3 equipos Meridian 11 C Mini.

Para las plantas de Monterrey y Tabasco el costo es de:  
 $237,500 (2) - 40,000 (2) = 395,000$  USD, porque tienen router de frontera 7206  
 el costo de las demás es  $237,500 (4 \text{ Plantas}) + 10,000$  (PBX Guadalajara)

$$\text{Total} = 960,000 + 395,000 = \mathbf{1,355,000 \text{ USD}}$$

Para las Plantas producción de 2 edificios Chiapas, La Paz, San Luis Potosí y Morelia

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	2	13,000	26,000
Estación de trabajo para empresa	3	1,500	4,500
Servidor para empresa	3	4,000	12,000
Passport 8600 Nortel Networks	1	70,000	70,000
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	1	30,000	30,000
Terminal H. 323 para por video IP	1	20,000	20,000
Gateway	1	15,000	15,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini, que alojará 60-128 Líneas Telefónicas	2	10,000	20,000
Router 7206 cisco Catalyst de frontera	1	40,000	40,000
<b>Total:</b>	<b>15</b>		<b>237,500</b>

*Tabla 5.10 Costo de equipos a instalar en plantas de dos edificios*

En la planta ubicada en Morelia:

237,500 – 40,000 (router de frontera 7206) = 197,500 USD

Para las demás plantas (237,500) ( 3 ) = 712,500 USD

Entonces: 197,500 + 712,500 = **910,000 USD**

**Costo total de los equipos = 2,492,500 USD**

Segunda fase:

Lista de equipos propuestos para instalar en las sucursales que tienen 3 edificios (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila)

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Switch LAN cisco 3550 de 48 ptos., capa 2 y ofrece QoS.	1	13,000	13,000
Estación de trabajo para empresa	2	1,500	3,000
Servidor para empresa	2	4,000	8,000
Passport 8003 Nortel Networks	1	40,000	40,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini, que alojará 60-128 Líneas Telefónicas	2	10,000	20,000
Router 7206 cisco Catalyst de frontera	1	40,000	40,000
<b>Total:</b>	<b>9</b>		<b>124,000</b>

*Tabla 5.11 Costo de equipos a instalar en sucursales de tres edificios*

Para Iguala, Reynosa y Guaymas (124,000) (3) = 372,000

Para Coahuila 124,000 – 40,000 = 84,000

Total = 372,000 + 84,000 = **456,000 USD**

Para las sucursales que tienen dos edificios (Cd. Juárez y Mérida) el equipo es el siguiente.

Equipo	Cantidad	Precio USD	Costo en USD
Switch LAN cisco 3550 de 48 pto., capa 2 y ofrece QoS.	1	13,000	13,000
Estación de trabajo para empresa	2	1,500	3,000
Servidor para empresa	2	4,000	8,000
Passport 8003 Nortel Networks	1	40,000	40,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini, que alojará 60-128 Líneas Telefónicas	2	10,000	20,000
Router 7206 cisco Catalyst de frontera	1	40,000	40,000
<b>Total:</b>	9		124,000

*Tabla 5.12 Costo de equipos en sucursales de dos edificios*

Total = 124,000 (2) = **248,000 USD**

**Costo total de los equipos en la segunda fase = 704 000 USD**

El costo total de los equipos a implementar es de:

Primera fase + segunda fase = 2,492,500 USD + 704,000 USD

**= 3, 196,500 USD**

### **5.9.3 Cuantificación de material necesario para adecuar cuartos de Telecomunicaciones**

#### Dimensiones de edificios

Personal de la Gerencia de Proyectos, con apoyo de ingenieros y personal técnico de cada sede, se cuantificó la cantidad de material necesario para que el personal técnico de la empresa adecue los cuartos de Telecomunicaciones para albergar los equipos propuestos.<sup>2</sup>

Cada piso mide 4 m, desde piso de concreto y techo de concreto

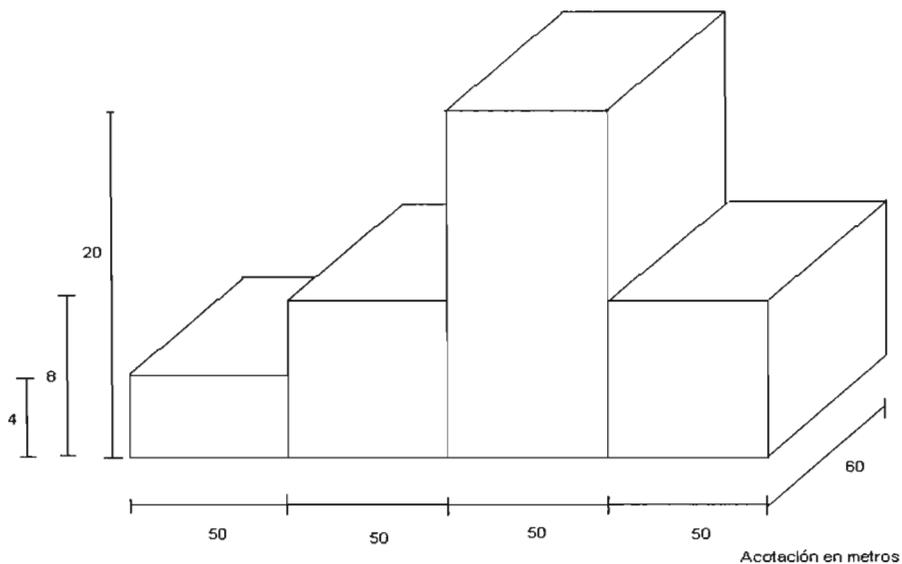
Entre piso falso y techo plafón hay una separación de 2.5 m.

Entre piso falso y suelo de concreto, la separación es de 0.5 metros

Entre plafón falso y techo de concreto la separación es de 1 m.

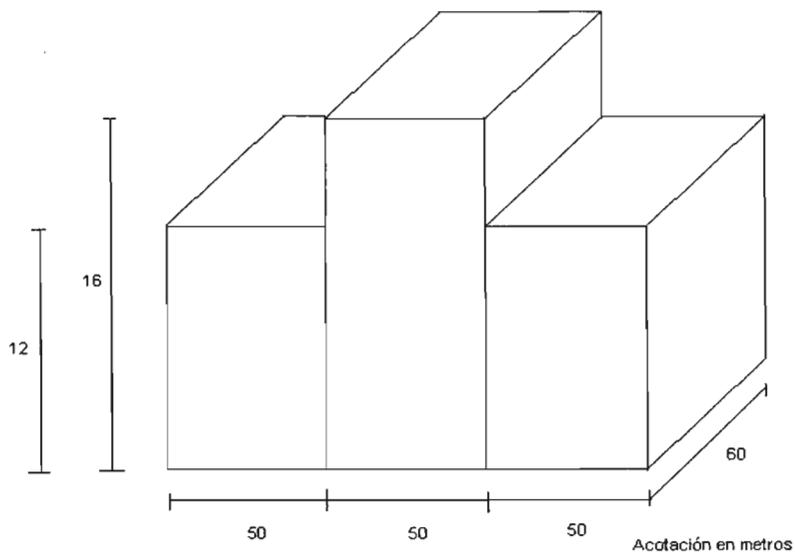
<sup>2</sup> La logística e ingeniería que interviene en la cuantificación de materiales queda fuera del contenido de nuestra tesis, recomendamos consultar las normas de referencia de Petróleos Mexicanos acerca de cableado estructurado si se desea conocer más a fondo este tópico.

Corporativo:



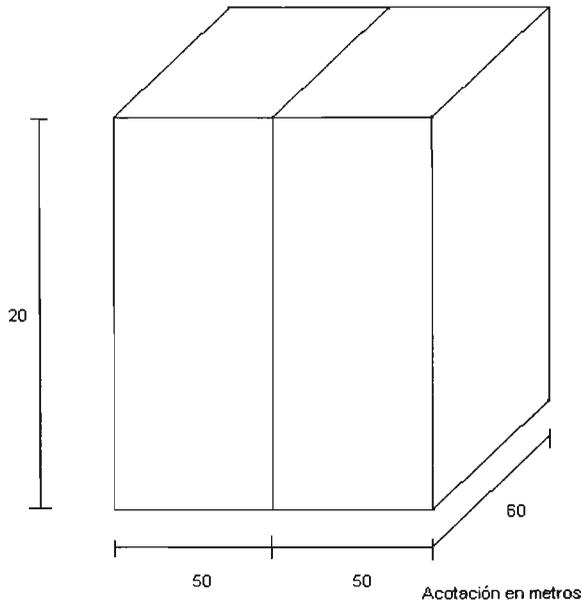
**Figura 5.9 Dimensiones de los edificios del corporativo en el Distrito Federal**

Plantas (Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco, Veracruz y Guadalajara) y sucursales (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila) 1 edificio de 4 pisos y dos de tres



**Figura 5.10 Dimensiones de plantas y sucursales de tres edificios**

Plantas (Morelia, San Luis Potosí, La Paz y Chiapas) y sucursales (Mérida y Cd . Juárez) 2 edificios de 5 pisos



**Figura 5.11 Dimensiones de los edificios ubicados en Morelia, San Luis Potosí, La Paz, Zacatecas y Ciudad Juárez**

**Material necesario para la primera fase del proyecto**

Lista de material necesario para la instalación de equipos en el corporativo

Material	Distancia
Escalerilla	680 m
Cable FTP categoría 6	25,440 m
Cable FTP categoría 3	37,540 m
Fibra óptica monomodo	498 m

**Tabla 5.13 Lista de material necesario en el Corporativo**

También se incluyen dos racks de 2 m con puerta y empotrables al piso

Lista de material necesario para instalar equipos en plantas de tres edificios (Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Veracruz)

Material	Número de Plantas	Distancia
Escalerilla	6	$(610) \times (6) = 3,660\text{m}$
Cable FTP categoría 6	6	$(25,440) \times (6) = 152,640\text{m}$
Cable FTP categoría 3	6	$(32,490) \times (6) = 194,940\text{m}$
Fibra óptica monomodo	6	$(483) \times (6) = 2,898\text{m}$

**Tabla 5.14 Lista de material necesario en plantas de tres edificios**

Incluye dos racks de 2 m con puerta y empotrables al piso por planta, que da un total de 12 racks

Lista de material necesario para instalar equipos en plantas de dos edificios (Chiapas, La Paz, Morelia y San Luis Potosí)

Material	Número de Plantas	Distancia
Escalerilla	4	$(594) \times (4) = 2,376$ m
Cable FTP categoría 6	4	$(28,340) \times (4) = 113,360$ m
Cable FTP categoría 3	4	$(33,150) \times (4) = 132,600$ m
Fibra óptica monomodo	4	$(607) \times (4) = 2,428$ m

**Tabla 5.15 Lista de material necesario en plantas de dos edificios**

Incluye dos racks de 2 m con puerta y empotrables al piso, para un total de 8 racks

Material necesario para la segunda etapa del proyecto

Lista de material necesario para instalar equipos en Sucursales de tres edificios (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila)

Material	Número de Sucursales	Distancia
Escalerilla	4	$(610) \times (4) = 2,240$ m
Cable FTP categoría 6	4	$(25,440) \times (4) = 101,760$ m
Cable FTP categoría 3	4	$(32,490) \times (4) = 129,960$ m
Fibra óptica monomodo	4	$(483) \times (4) = 1,932$ m

**Tabla 5.16 Lista de material necesario en sucursales de tres edificios**

Incluye un rack de 2 m con puerta y empotrables al piso, para un total de 4 racks

Lista de material necesario para la instalación de equipos en sucursales de dos edificios (Cd. Juárez y Mérida)

Material	Número de Sucursales	Distancia
Escalerilla	2	$(594) \times (2) = 1,188$ m
Cable FTP categoría 6	2	$(28,340) \times (2) = 56,680$ m
Cable FTP categoría 3	2	$(33,150) \times (2) = 66,300$ m
Fibra óptica monomodo	2	$(607) \times (2) = 1,214$ m

**Tabla 5.17 Lista de material necesario en sucursales de dos edificios**

Incluye un rack de 2 m con puerta y empotrable al piso, para un total de 2 racks

El proveedor deberá entregar una carta compromiso en la que considere los accesorios (pasamuros, herrajes, soportes, canaletas, escalerilla, etc.) necesarios para la instalación.

En resumen, sumando el material se tiene las siguientes cifras de cantidad de material necesario para la implementación de la red de plantas, sucursales y corporativo

Escalerilla  $680 + 610(6) + 594(4) + 610(4) + 594(2) = 10,344$  m que da un total de 2,826 tramos de 3.66 m de longitud con un ancho de 45.72 cm y una separación entre peldaños de 30.48 cm.

El costo de escalerilla es de  $(2,826 \text{ tramos}) \times (35 \text{ USD}) = \underline{98,910 \text{ USD}}$

Suministro de 11,304 soportes para escalerilla de 1/2 pulgada de grosor que incluyen tuercas y clips tipo "U" y herrajes

El costo de estos soportes es de  $(11,304) \times (5 \text{ USD}) = \underline{56,520 \text{ USD}}$

FTP categoría 6.  $25,440 + 25,440(6) + 28,340(4) + 25,440(4) + 28,340(2) = 449,880$   
m

Que son 1,475 bobinas de 305 m.

El costo de FTP cat. 6 es de:  $(1,475 \text{ bobinas}) \times (196.55 \text{ USD}) = \underline{289,911.25 \text{ USD}}$

FTP categoría 3.  $37,540 + 32,490(6) + 33,150(4) + 32,490(4) + 33,150(2)$

= 561,340 m que son 1,841 bobinas de 305 m.

El costo de FTP cat. 3 es de:  $(1,841 \text{ bobinas}) \times (130.93 \text{ USD}) = \underline{241,042.13 \text{ USD}}$

Fibra óptica monomodo de 62.5/125 micras  $489 + 483(6) + 607(4) + 483(4) + 607(2)$   
= 8961 m que son 30 bobinas de 300 m.

El costo de fibra óptica es de:  $(30 \text{ bobinas}) \times (600 \text{ USD}) = \underline{18,000 \text{ USD}}$

Racks empotrables al piso de 2 m con puerta.  $2 + 12 + 8 + 4 + 2 = 28$  racks

El costo de los racks es de:  $(28) \times (1,000 \text{ USD}) = \underline{28,000 \text{ USD}}$

Conectores SC para fibra.  $100 + 600 + 400 + 360 + 180 = 1,640$  conectores

El costo de conectores SC es de:  $(1,640 \text{ conectores}) \times (11.74 \text{ USD}) = \underline{19,253.6 \text{ USD}}$

Jacks.  $2,706 + 14,366 + 9,504 + 9,504 + 4,752 = 40,832$

El costo de los Jacks es de:  $(40,832) \times (0.5 \text{ USD}) = \underline{20,416 \text{ USD}}$

Costo total de materiales = **772,052.98 USD**

#### **5.9.4 Costo de mano de obra pronosticado<sup>3</sup>.**

Primera fase: **17,025.2 USD**. Segunda fase: **8,292.19 USD**

### **Costo total**

Costo de equipos para primera fase (2,492,500 USD) + Costo de material para las dos etapas del proyecto (772,052.98 USD) + costo planeado de mano de obra (17,025.2 USD) + porcentaje extra del presupuesto planeado para las posibles causas que provocarán retrasos que son los costos para obtener el devengado + 20% del costo planeado que se reserva para fondo disponible (3,405.04USD) + presupuesto extra de cuando se termine el fondo disponible y el capital de lo planeado (3,642.06USD)

El costo para la primera etapa es de: **3,288,625.28 USD**

Costo de equipos para segunda fase (704,000 USD) + costo planeado de mano de obra (8,292.19 USD) + porcentaje extra del presupuesto planeado para las posibles causas que provocarán retrasos que son los Costos para obtener el devengado + 20% del costo planeado que se reserva para fondo disponible (1,658.438 USD) + presupuesto extra cuando se termine el fondo disponible y el capital lo planeado (674.422 USD)

---

<sup>3</sup> El costo fue calculado por medio del software Microsoft Project 2000; más adelante ilustraremos este caso

El costo total para la segunda etapa es de: **714,625.05 USD**

**Costo total estimado del proyecto: 4,003,250.33 USD**

Análisis para el primer año:

Oportunidad	Costo USD	Beneficio	Costo beneficio	Deseable	
				Sí	No
Instalación de servidores de acceso y Passports	1,437,500	Mejorar comunicación con proveedores y tráfico en la red: consulta de nóminas en línea; captar nuevos y potenciales clientes: 1,000,000 USD en el 1er. año	0.695	X	
Instalar 200 líneas digitales	1,000,000	Reducción de llamadas innecesarias y de líneas arrendadas. Mayor comunicación entre sitios; integración de servicios de tecnología de punta, integración de telefonía IP con sólo instalar los teléfonos y configurando los equipos por software sin generar costo a la compañía: 350,000 USD	0.35	X	
Instalación de nodos de acceso	240,000	Mejorar comunicación y convergencia de servicios desde y hacia la red corporativa: 500,000 USD	0.12	X	
Instalación de equipos de acceso	1,300,000	Mayores y mejores servicios de voz, menor flujo de tráfico, QoS; mejor administración de tráfico y anchos de banda; implementación de VPN y niveles de seguridad: 1,000,000	0.769	X	
Personal capacitado	5,000	Reducción de costos por operación y mantenimiento; el ahorro calculado será de 50,000 USD	0.1	X	
<b>Total:</b>	<b>3,982,500</b>	<b>2,900,000</b>	<b>0.728</b>	<b>X</b>	

Depreciación de los equipos:

$$\text{Depreciación} = \frac{V_o - V_d}{p} \quad \text{donde : } V_o = \text{Valor actual}$$

$V_d = \text{Valor de de secho}$

$p = \text{Vida útil probable}$

Para los equipos Passport 8600, el valor inicial es de 40 000 USD y su valor de utilidad dentro de 5 años, se calcula en 24000 USD; la depreciación es de: 3,200 USD; un 32% anual.

En el caso de los PBX Opción 11C su valor inicial es de 10 000 USD y su valor de utilidad en 5 años es de 150 USD aproximadamente. La depreciación es de 1,970 USD anuales; es decir, 19.7% anual

Los equipos de videoconferencia tienen vida útil aproximada de 10 años; el valor inicial es 65,000 USD y su valor de desecho estimado es 28,000. La depreciación considerada es de 3,700 USD; es decir, 37% anual

Estos son los equipos de mayor criticidad; los periodos de obsolescencia son aproximados, considerando el peor de los casos; con frecuencia, los equipos tienen mayor duración de vida, siempre que reciban el mantenimiento adecuado

A continuación se muestran los diagramas de las sedes con la implementación del proyecto.

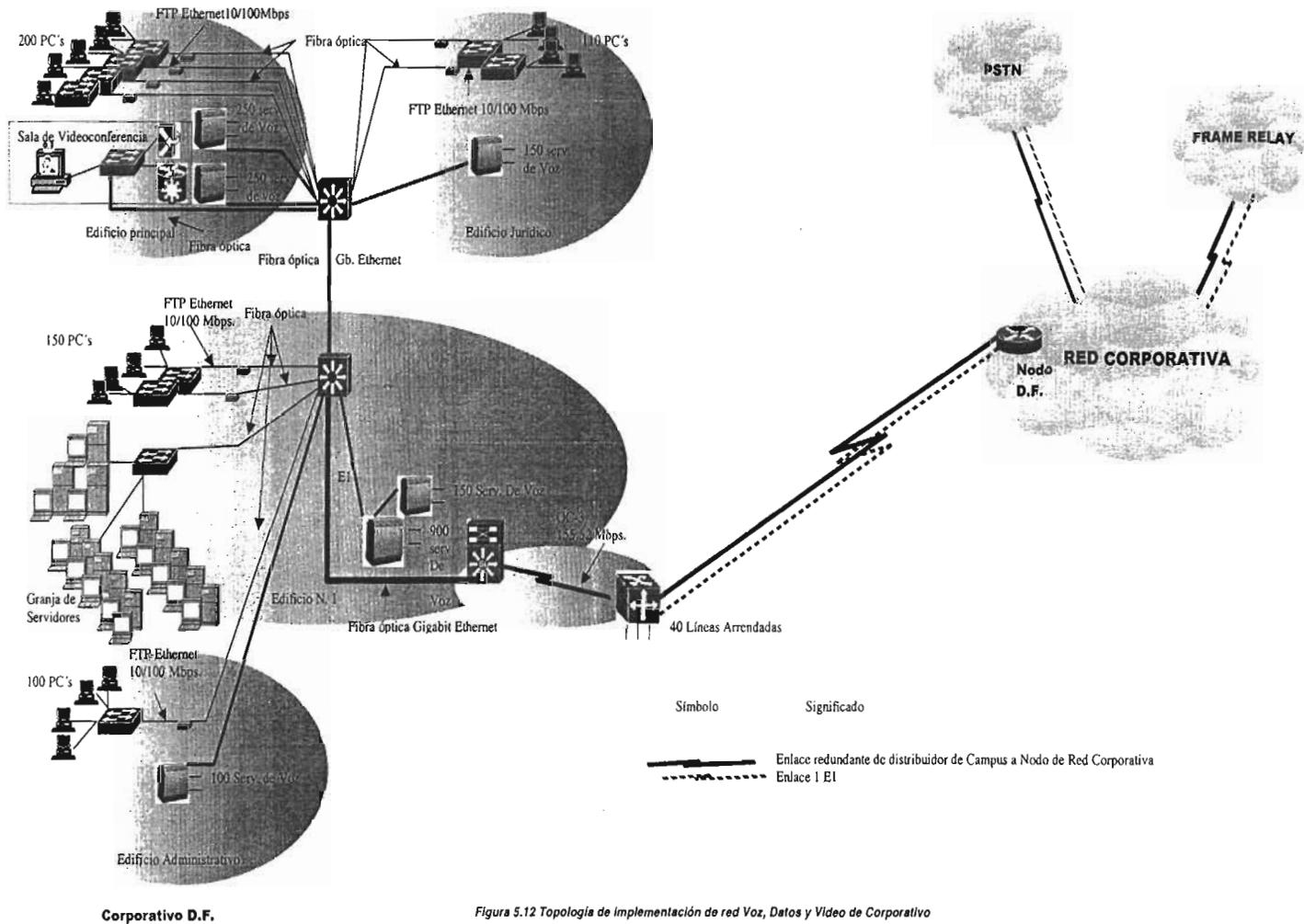


Figura 5.12 Topología de implementación de red Voz, Datos y Video de Corporativo

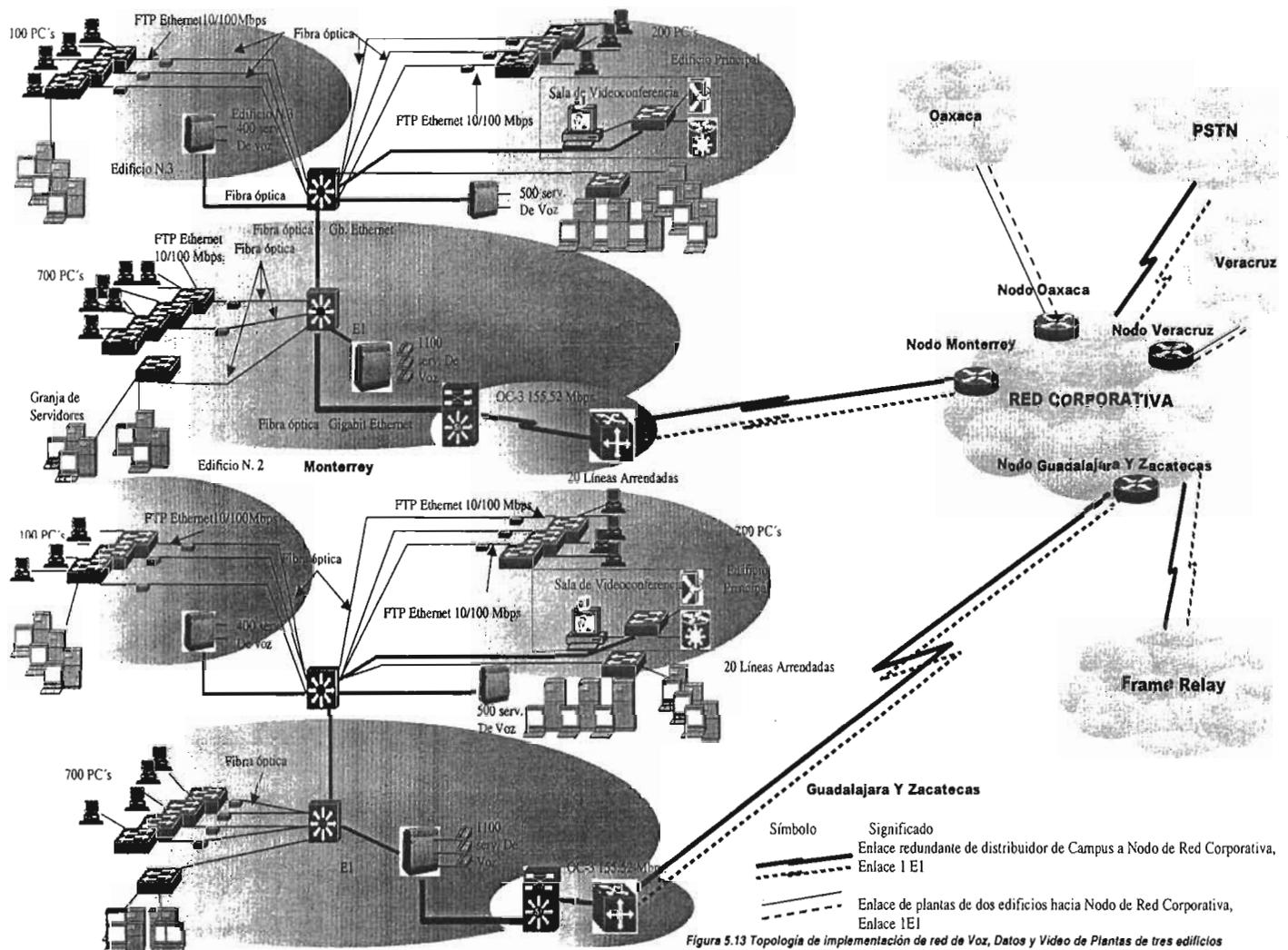


Figura 5.13 Topología de implementación de red de Voz, Datos y Video de Plantas de tres edificios

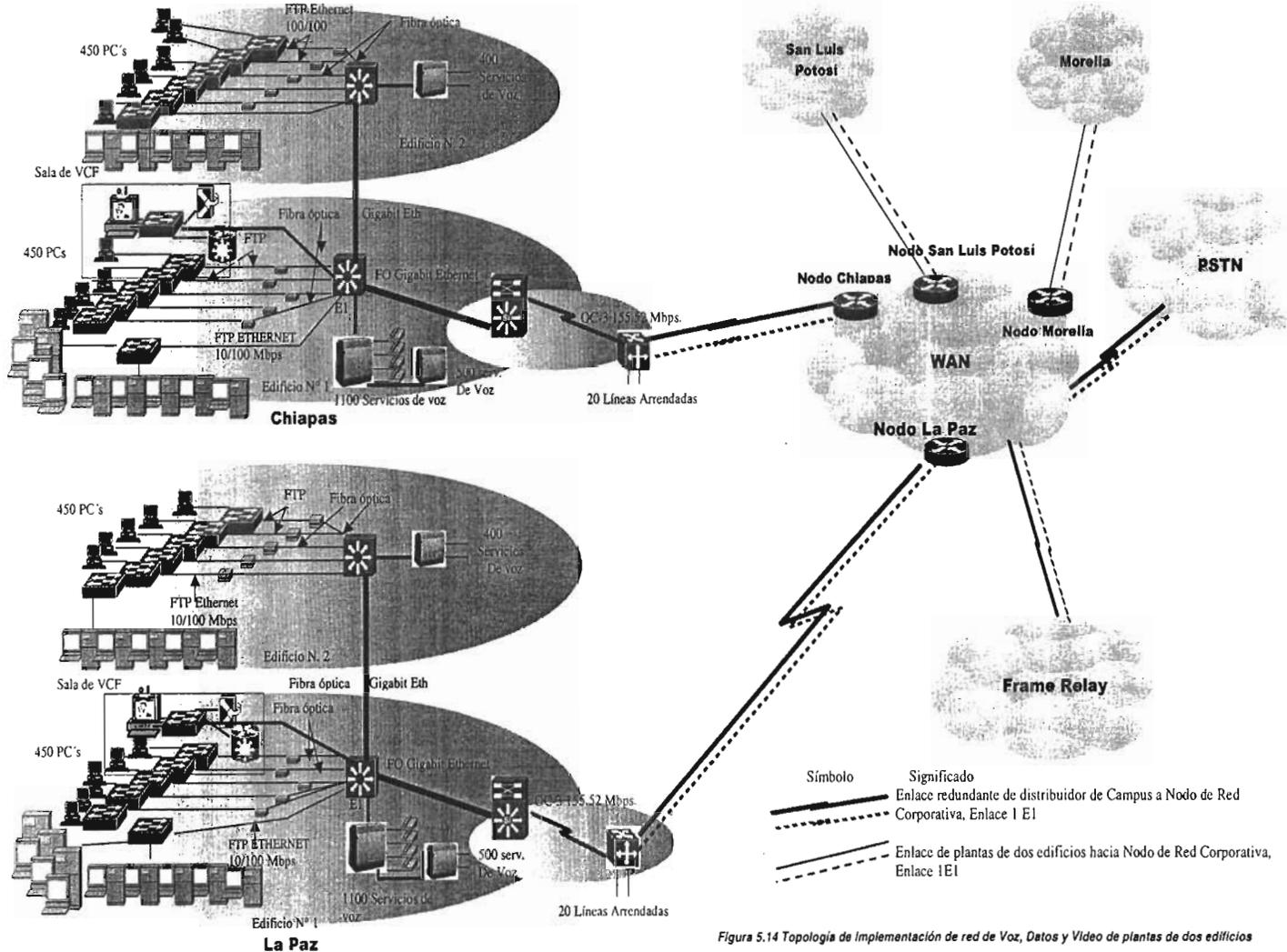


Figura 5.14 Topología de implementación de red de voz, Datos y Video de plantas de dos edificios

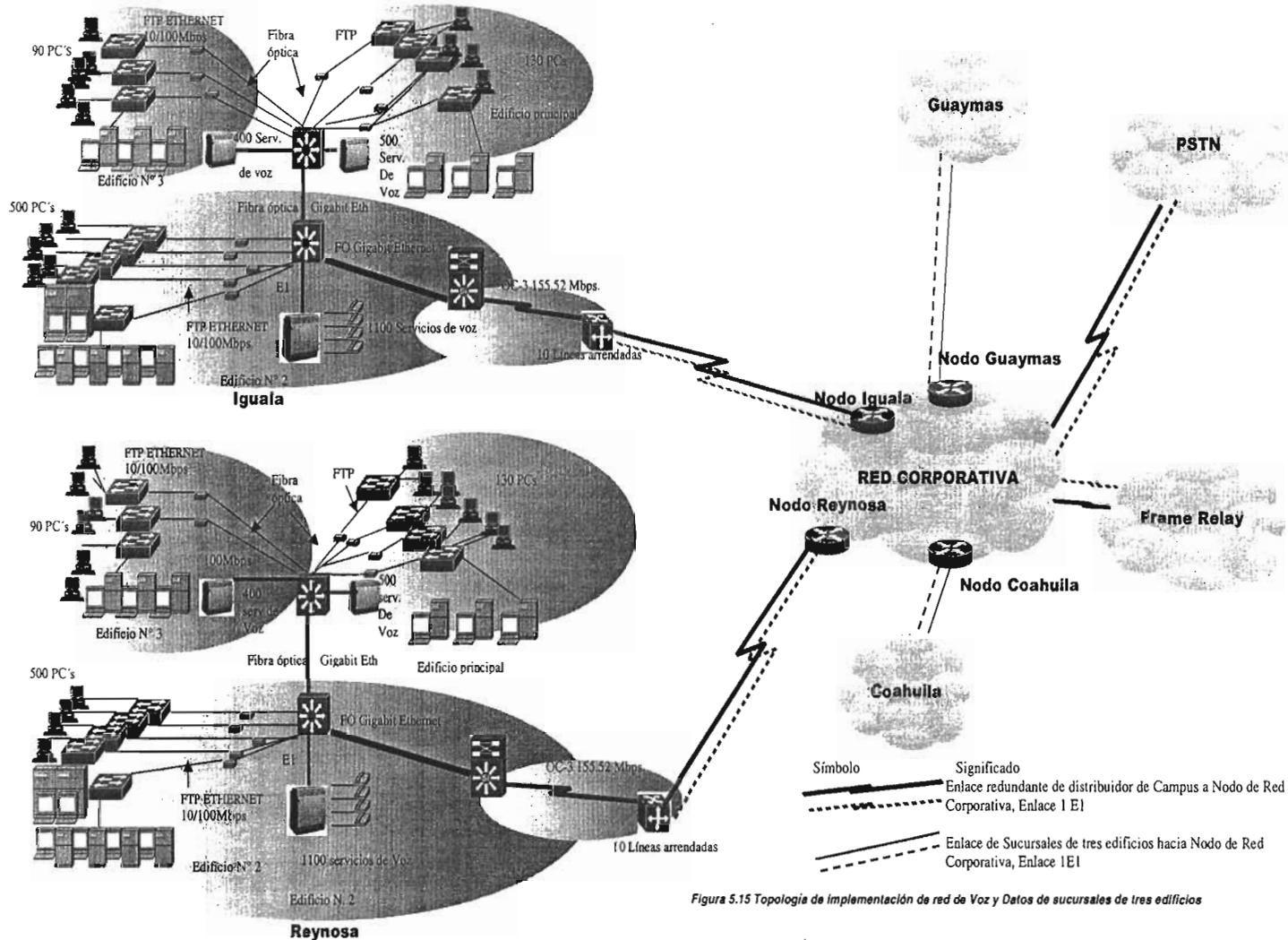


Figura 5.15 Topología de implementación de red de Voz y Datos de sucursales de tres edificios

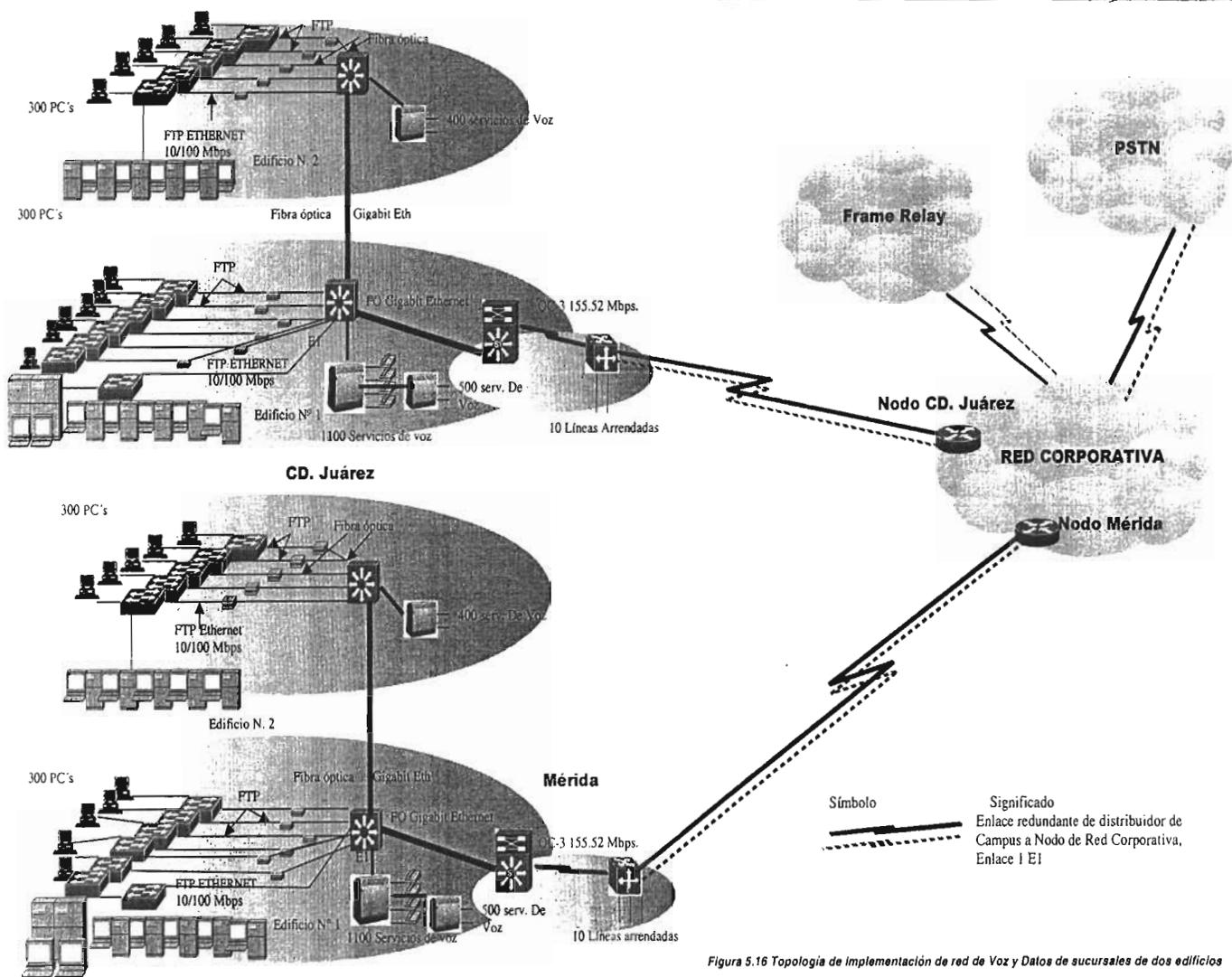


Figura 5.16 Topología de implementación de red de Voz y Datos de sucursales de dos edificios

## Definición de los Stakeholders

Los stakeholders son todos los participantes del proyecto o que puedan influir drásticamente en él; antes de iniciar el proyecto es necesario definir qué personas deberán considerarse como stakeholders y cuáles no.

Individuos	¿Influyen en el desarrollo del proyecto?
Consejo de Administración	Si
Presidente del Consejo	Si
Personal de limpieza	No
Personal de vigilancia	Si
Personal administrativo	Si (Sólo en los pisos donde se requiera tendido de cableado e instalación de equipos)
Técnicos de Telecomunicaciones	Si
Gerencia de Proyectos	Si
Personal de procuración	Si
Contabilidad	Si
Jurídico	Si
Recursos Humanos	No
Gerentes regionales	Si

### **5.10 Matriz de riesgos en la elaboración del proyecto**

En la tabla 5.18 se muestra una matriz de riesgos y el impacto que provocarían en el costo, tiempo y calidad-desempeño, para saber a qué se enfrentará la empresa cementera en caso de caer en uno de estos riesgos y de qué manera mitigarlo.

<b>RIESGOS</b>	<b>COSTO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>CALIDAD-DESEMPEÑO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
Retraso en la adquisición por diferencias entre proveedores por ser de diversas marcas	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Retraso en entrega de equipos a causa de trámites de internación	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Mala cuantificación en la planeación de costo de equipos y materiales	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4
Equipos discontinuados	Menor al 5% de incremento en el costo	Atraso en tiempo menor a 5%	Sin efecto	0.1
El anteproyecto sea rechazado por el consejo administrativo	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Prolongación de tiempo de inicio de trabajos por retrasos en permisos	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
El proveedor no entregue cartas de responsabilidad	Menor al 5% de incremento en el costo	Atraso en tiempo menor a 5%	Sin efecto	0.1
Que el personal técnico rechace trabajar por problemas contractuales con la empresa	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Retraso en pagos a proveedor de equipos	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Retraso en arreglo de sites de Telecomunicaciones	Menor al 5% de incremento en el costo	Atraso en tiempo menor a 5%	Sin efecto	0.1
La cooperativa quiebre y suspenda el proyecto	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales Atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4

<b>RIESGOS</b>	<b>COSTO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>CALIDAD-DESEMPEÑO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
Retrasos en entregables del proyecto	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
El proyecto consuma más presupuesto del planeado	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4
Cambios drásticos en el alcance	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4
Carencias en la comunicación	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
El proveedor no incluya todo lo necesario para el proyecto	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Incompatibilidad de equipos actuales	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Deceso a accidente de personal encargado de supervisar trabajos	Menor al 5% de incremento en el costo	Atraso en tiempo menor a 5%	Sin efecto	0.1
Desacuerdos entre partes interesadas en el proyecto	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4
Invasión de áreas asignadas como sites de Telecomunicaciones	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Inconformidad de personal administrativo	De 2.5%-5% de variación de costo	Elimina holguras totales atraso de 10%-20% en el proyecto	Pequeña	0.4
Mala planeación de rutas de servicios hacia los usuarios	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2

<b>RIESGOS</b>	<b>COSTO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>CALIDAD-DESEMPEÑO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
Que el proyecto no termine a tiempo	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Pérdida o robo de equipo	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2
Que el equipo llegue incompleto o dañado	Mayor a 2.5% de incremento en el costo	Elimina holguras libres atraso general del proyecto 5%-10%	Mínima	0.2

*Tabla 5.18 Matriz de riesgos para el proyecto*

### 5.11 Definición de la estructura detallada del trabajo (WBS)

El trabajo se subdivide en paquetes de trabajo llamados *entregables*, de manera que éstos sean definidos con suficiente detalle para responder a las futuras actividades del proyecto que intervienen en las fases de inicio, control y cierre.

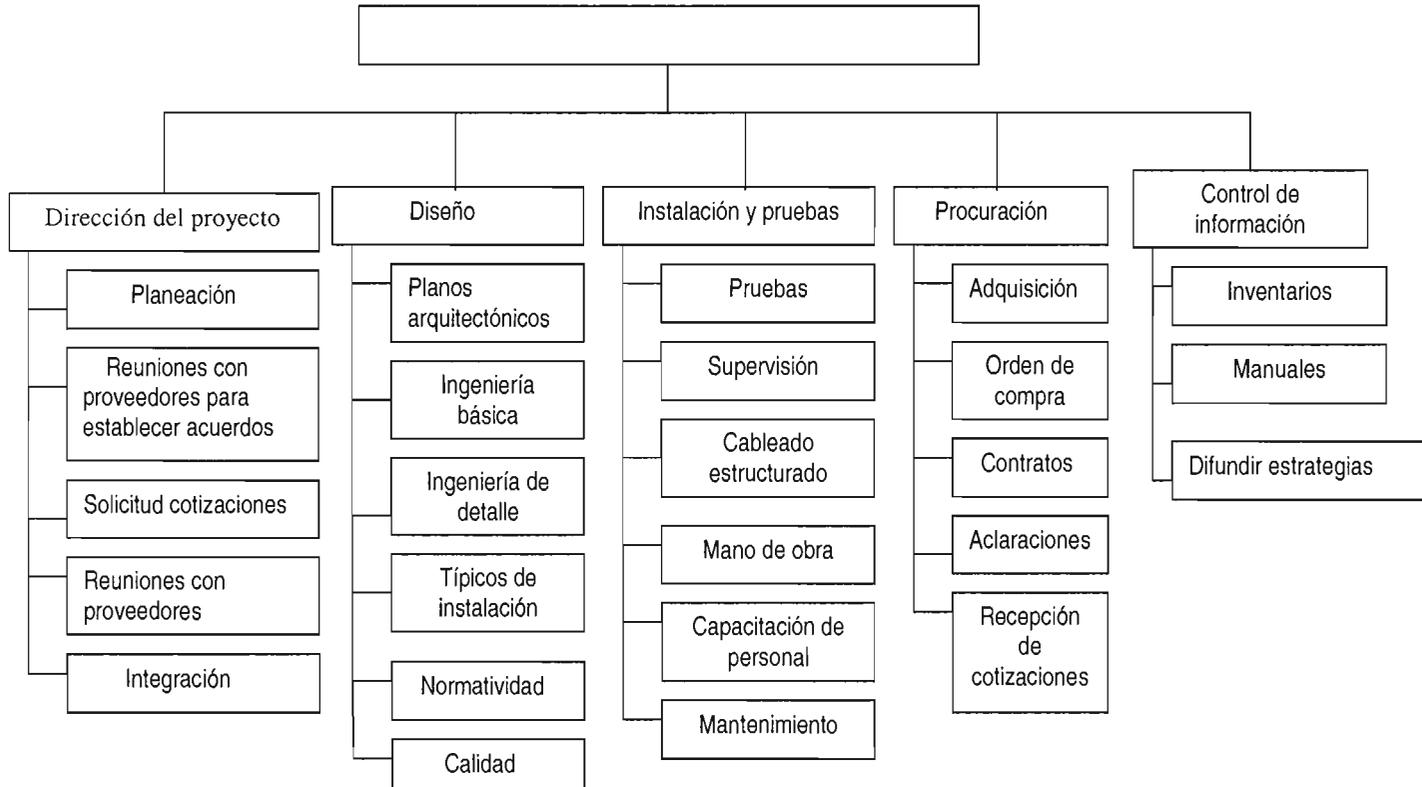


Figura 5.17 Estructura de División del Trabajo para el proyecto

## **5.12 Calidad y costo obtenido del análisis de equipos**

### **Calidad**

Los equipos que se instalen serán integrados a la red en operación sin generar conflictos en su funcionamiento, por lo que deberán ser compatibles con equipos de marcas diferentes. El proveedor proporcionará equipos de tecnología reciente que cumplan con las normas y estándares nacionales e internacionales.

Los equipos que serán integrados a los sistemas de telefonía, videoconferencia y datos serán compatibles con la red en operación y tendrán fiabilidad del 99.5% como mínimo a fin de evitar “caídas” o saturación en los enlaces.

Un factor importante es la normatividad que deberá seguirse para asegurar el funcionamiento de la red. Todo el proyecto estará basado en normas nacionales e internacionales. Asegurando que la red futura cumple con todos los requerimientos necesarios para su correcta operación.

La red integrará SLA (Servicios de Nivel Agregado) para que se atiendan las fallas de manera eficiente. Además de que se realizarán indicadores para hacer uso de conocimientos anteriores en solución de fallas.

Personal técnico y de Telecomunicaciones será adiestrado en la operación, configuración y mantenimiento de los equipos Cisco y Nortel que serán instalados por gente especializada y certificada por estas compañías; con la finalidad de estar preparados y tener los conocimientos básicos para efectuar revisiones de rutina, configuración y actualización de software, sistemas de seguridad, mantenimiento preventivo y correctivo.

Satisfacer las demandas de servicio que requiere la compañía.

### **Costos**

Basándose en un análisis de mercado se enviarán propuestas de las necesidades a los proveedores de equipos de Telecomunicaciones.

Por medio de una licitación internacional se eligieron equipos de marca Cisco Systems y Nortel Networks, quienes fueron los que cumplieron con necesidades de compatibilidad, ampliación y servicios de valor agregado, en opinión de los ingenieros de Telecomunicaciones encargados de realizar la propuesta del proyecto.

Para ahorrar costos, personal técnico de la compañía se encargará de adecuar los cuartos de equipos y Telecomunicaciones de cada sitio, a fin de que el proveedor sólo se encargue del suministro, instalación y operación de los equipos, así como su integración a la red existente.

Esas plazas serán ocupadas por personal experto en el área, que se contratará basándose en un estimado de horas de trabajo.

El valor de la moneda cambia continuamente debido a su depreciación y equivalencia en dólares estadounidenses; antes de efectuar las adquisiciones, deberá acordarse por escrito con el o los proveedores, el valor monetario de los equipos, respetando este precio aún cuando exista mayor depreciación entre el peso y el dólar; de otra manera, la cooperativa registraría pérdidas y el proyecto dejaría de ser viable.

Los riesgos están siempre presentes en los proyectos y se deben a varios factores, uno de ellos es que el personal técnico decida no cooperar por no llegar a un acuerdo contractual o que no se efectúen los pagos al proveedor de Telecomunicaciones a tiempo; será necesario considerar un porcentaje adicional del presupuesto para contingencias, en caso de que ocurran factores similares.

El proyecto deberá controlarse tanto en tiempo, costo y calidad; cada cierto periodo de tiempo se revisará el avance y estado de los trabajos, revisando la línea base y efectuando comparaciones por medio del método de análisis de valor devengado (EVM)

### ***5.13 Medidas de contingencia para costo de mano de obra***

Con la finalidad de obtener medidas de contingencia sobre los costos planeados, los costos reales y el avance real del proyecto para la primera fase que comprende corporativo y plantas, se van a exponer los posibles motivos que provocan retraso, además de asignar un 20% del costo planeado para esta fase; así se prevendrá la falta de capital del fondo disponible y que no exista dinero en alguna etapa y no se pueda pagar a los trabajadores.

En la figura 5.18 se muestra la línea base en la que se indican las fechas en las que pagarán las actividades realizadas en cada planta.

LINEA BASE DE COSTO

—●— COSTO PLANEADO

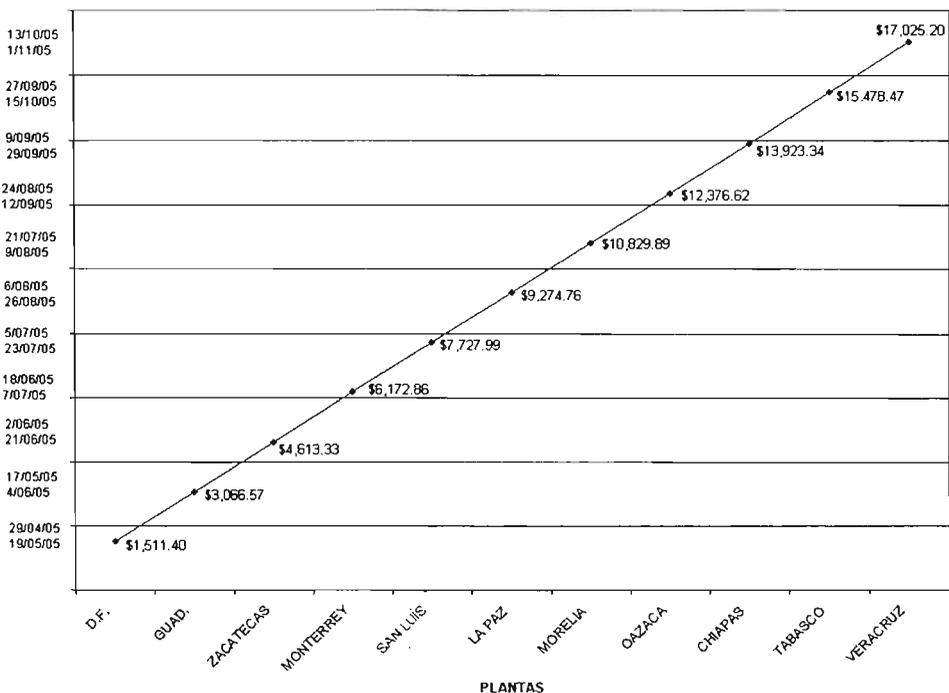


Figura 5.18 Línea base de costo para la primera etapa

A continuación se muestran los probables retrasos para fines de calcular evaluaciones tempranas (Devengado)

En el Distrito Federal se retrasó un 10% por adquisición de equipos que podría ocurrir a causa de conflictos entre los proveedores, debido a que los equipos son de fabricantes diferentes; en Guadalajara un retraso de 8% por la entrega de los equipos por trámites de internación al país y homologaciones por parte del proveedor; en Zacatecas que el equipo se dañe durante su traslado y provocaría un 6% de retraso; en Monterrey un retraso de 10% porque el personal técnico se niegue a trabajar debido a problemas contractuales con la compañía. En San Luis Potosí un 7%, porque el arreglo de los sitios de Telecomunicaciones no termine a tiempo; en La Paz un 10%, porque el proyecto consumió más de lo presupuestado; en Morelia un 6%, por cambios drásticos en el alcance. En Oaxaca un 5%, por falla en la conexión; en Chiapas un 6% porque las rutas de canalización para los nuevos servicios hacia los usuarios no son las correctas. En Tabasco un 8% por accidentes de trabajo, y en Veracruz un 5% porque el personal técnico se niegue a laborar sábados y días festivos.

Para fines de obtener un cálculo de valores acumulados se introducen posibles valores de costo real para cada sede.

Como un recordatorio de cómo obtener valores de la siguiente tabla se usaron las fórmulas explicadas en el Capítulo 4, en el tema de Administración de costos, en la sección de *Varianzas y método de valor devengado*, que se muestran a continuación.

$$\text{Var. prog} = \text{devengado} - \text{plan}$$

$$\text{Var. costo} = \text{devengado} - \text{costo real}$$

$$\text{SPI} = \frac{\text{Devengado}}{\text{Plan}} \quad \% \text{Var del plan} = \frac{\text{Variación del plan}}{\text{Planeado}}$$

$$\text{CPI} = \frac{\text{Devengado}}{\text{Costo\_real}} \quad \% \text{Var del costo} = \frac{\text{Variación del costo}}{\text{Devengado}}$$

La siguiente tabla muestra los costos de la primera etapa del proyecto.

SEDE (PLANTA)	COSTO PLANEADO	DEVENGADO	REAL	VARIACIÓN DE PLAN	VARIACIÓN DE COSTO	SPI	CPI	% DE VAR. DE PLAN	% DE VAR. DE COSTO
D.F.	1,511.40	1,360.26	1,460	-151.14	-99.74	0.9	0.9316	-10	-7.3321
GUAD.	3,066.57	2,821.25	3,120	-245.33	-298.75	0.92	0.9042	-8	-10.5893
ZACAT.	4,613.33	4,336.53	4,950	-276.80	-613.47	0.94	0.8760	-6	-14.14645
MONTE.	6,172.86	5,555.5748	6,430	-617.29	-874	0.9	0.8640	-10	-15.7395
SAN LUÍS	7,727.99	7,187.0284	7,984.30	-540.96	-797.27	0.93	0.90014	-7	-11.0932
LA PAZ	9,274.76	8,347.2878	9,571.20	-927.48	-1,223.91	0.9	0.8721	-10	-14.6623
MORELIA	10,829.89	10,180.097	10,980.23	-649.79	-800.13	0.94	0.9271	-6	-7.8597
OAXACA	12,376.62	11,757.787	12,500.50	-618.83	-742.71	0.95	0.9405	-5	-6.3167
CHIAPAS	13,923.34	13,087.944	13,900.30	-835.40	-812.36	0.94	0.9415	-6	-6.2069
TABASCO	15,478.47	14,240.193	15,705.20	-1,238.28	-1,465.01	0.92	0.90671	-8	-10.2878
VERAC.	17,025.20	16,173.938	17,040.00	-851.26	-866.06	0.95	0.9491	-5	-5.35467

**Tabla 5.19 Costos de mano de obra para implementación de plantas de producción y Corporativo**

*Nota. Todos los costos se expresan en USD.*

En la figura 5.19 se muestra la comparación entre los costos (planeado, devengado y real) para las plantas de producción

Comparación entre costos (planeado, devengado y real)

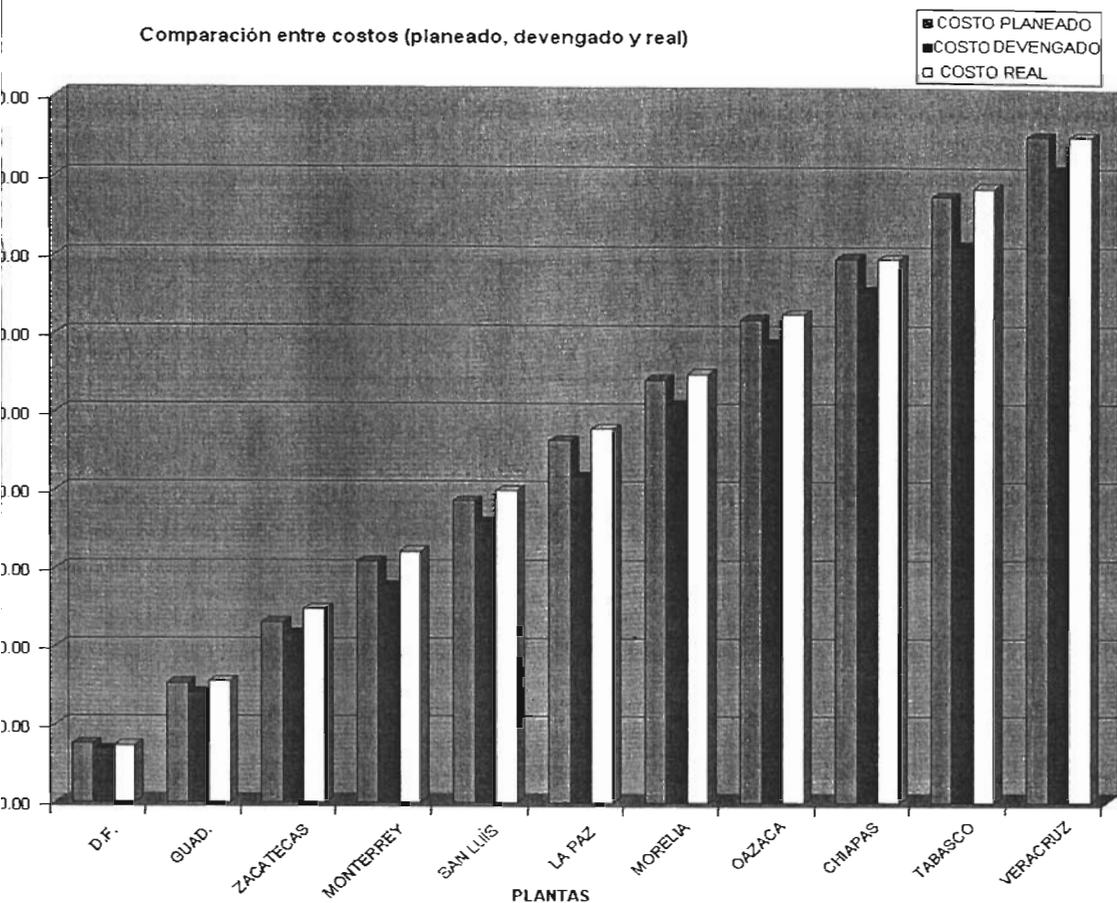


Figura 5.19 Comparación entre costos de mano de obra para las plantas de producción

En la figura 5.20 se muestra la gráfica de indicadores del índice del desempeño del costo (CPI) y el índice de desempeño de lo planeado (SPI) para las plantas y corporativo.

INDICADORES

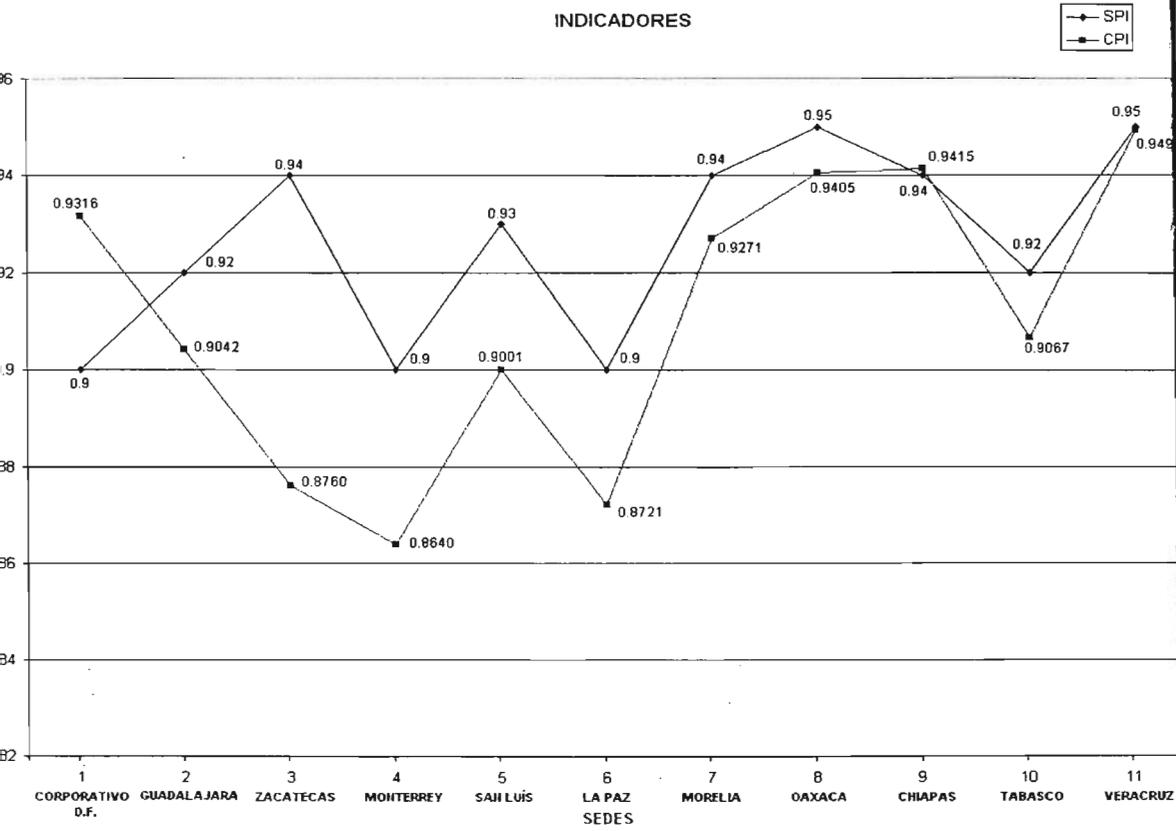
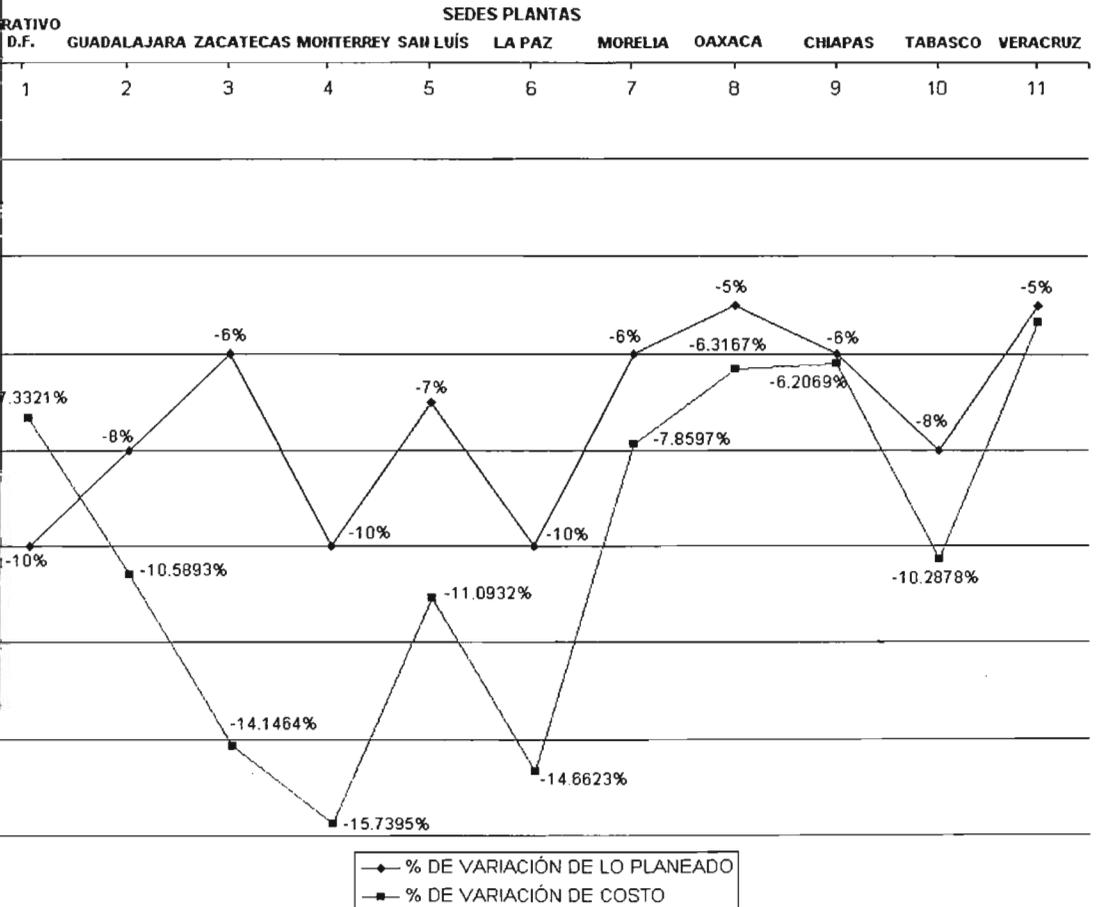


Figura 5.20 Indicadores de SPI y CPI para las plantas de producción y Corporativo

En la figura 5.21 se muestra la gráfica de desviaciones acumuladas.

## DESVIACIONES ACUMULADAS



**Figura 5.21 Desviaciones acumuladas de costo para Plantas y Corporativo**

Si se asigna un presupuesto extra de 20% de 17,025.2 USD que es el costo planeado de la primera fase, entonces el fondo disponible es de 3,405.04 USD

SEDE (PLANTAS)	FONDO DISPONIBLE USD	ACCIONES
D.F.	3,305.3	Consumió 99.74
GUADALAJARA	3,006.55	" 298.75
ZACATECAS	2,393.08	" 613.47
MONTERREY	1,518.66	" 874.42
SAN LUIS POTOSÍ	721.39	" 797.27

SEDE (PLANTAS)	FONDO DISPONIBLE USD	ACCIONES
LA PAZ	-502.52	" 1,223.91 <b>Se termina el fondo disponible y hacen falta 502.52</b>
MORELIA	-1,302.65	Faltan 1,302.65
OAXACA	-2,045.36	Faltan 2,045.36
CHIAPAS	-2,857.72	Faltan 2,856.72
TABASCO	-4,322.73	<b>Se termina el capital disponible y hacen falta 2,776</b>
VERACRUZ	-5,188.79	2,776 + 866.06 = 3,642.06

*Tabla 5.20 Acciones preventivas de disponibilidad de fondo*

Nota. Todos los costos están expresados en dólares.

Al llegar a la sede de San Luis Potosí se termina el fondo disponible y se empieza a disponer de dinero del presupuesto planeado y antes de llegar a la implementación en Tabasco se requiere solicitar un presupuesto extra de \$3,642.06 para concluir la implementación de las plantas.

Para el caso de esta primera fase se puede observar que el fondo disponible se terminará en la implementación de los equipos de La Paz. Durante la implementación de Morelia, Oaxaca y Chiapas se tomará dinero disponible del presupuesto planeado y así evitar que no se concluyan las implementaciones; para el caso de Tabasco y Veracruz se pedirá anticipadamente un presupuesto extra de \$3,642.06.

Para la primera fase del proyecto se necesitará un presupuesto que incluye: **Costo de equipos para primera fase (2,492,500 USD) + Costo de material para las dos etapas del proyecto (772,052.98 USD) + costo planeado de mano de obra (17,025.2 USD) + porcentaje extra del presupuesto planeado para las posibles causas que provocarán retrasos, que son los *Costos para obtener el devengado* + 20% del costo planeado que se reserva para fondo disponible (3,405.04 USD) + presupuesto extra de cuando se termine el fondo disponible y el capital de lo planeado (3,642.06USD)**

Para lo cual el costo total de la primera fase del proyecto, incluyendo contingencias, es de **3,288,625.03 USD**

Para la segunda fase del proyecto (las sucursales) van a exponer las posibles causas que causan retraso en el costo planeado (devengado)

En la figura 5.22 se muestra la línea base en la que se indican las fechas en las que pagarán las sucursales, realizadas por sucursal.

LINEA BASE DE COSTO

—●— PLANEADO ACUMULADO

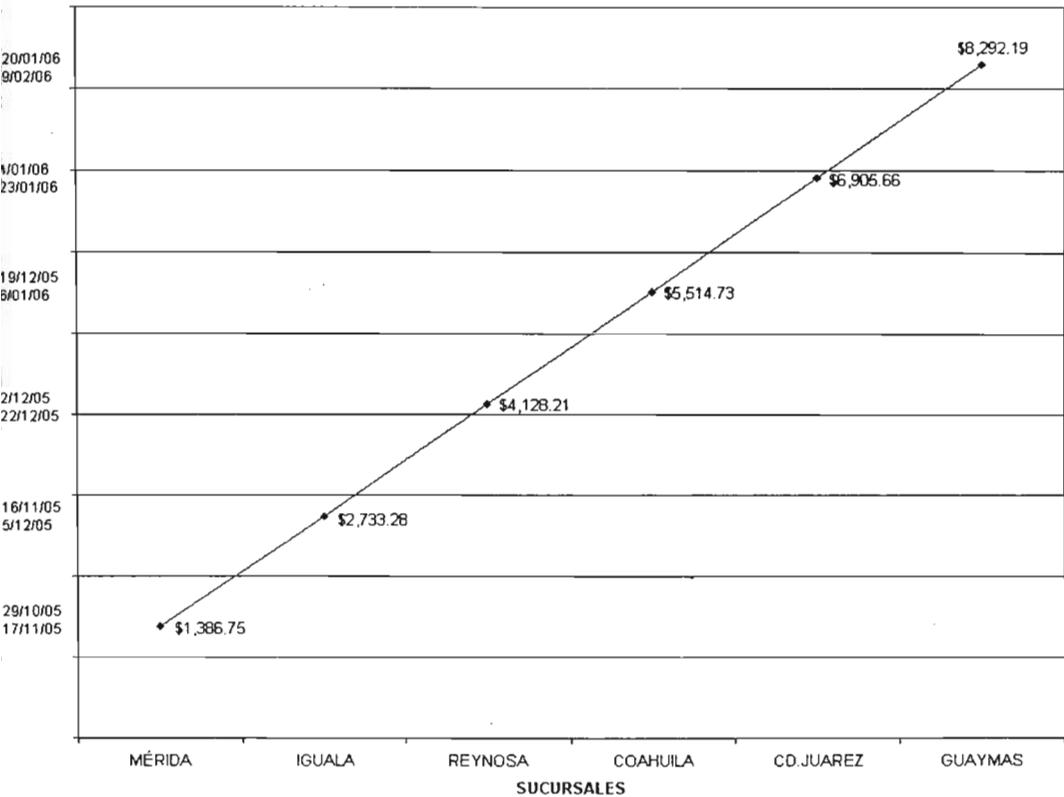


Figura 5.22 Línea base de costo para la segunda etapa del proyecto (sucursales)

Así como en las plantas se va a obtener un devengado probable para calcular evaluaciones tempranas.

En la sucursal de Mérida hay un retraso del 10%; en Iguala, del 9%, en Reynosa del 7%, en Coahuila de 8%, en Cd. Juárez un 5% y en Guaymas un 5%.

Así como en las plantas se va a obtener un devengado probable para calcular evaluaciones tempranas.

En la sucursal de Mérida se registra un retraso del 10% por adquisición de equipos, que podría retrasarse a causa de conflictos entre los proveedores, debido a que los equipos son de fabricantes diferentes; en Iguala un retraso del 9% por la entrega de los equipos a causa de trámites de internación al país y homologaciones por parte del proveedor; en Reynosa un retraso del 7% porque el equipo se dañó durante su traslado, en Coahuila un 8% por falla en la conexión, en Cd. Juárez un

5% porque las rutas de canalización para los nuevos servicios hacia los usuarios no son las correctas y en Guaymas un 5% por accidentes de trabajo.

En la tabla 5.21 se muestra el costo de mano de obra para la segunda etapa del proyecto

SEDE SUCURSAL	COSTO PLANEADO	DEVENGADO	REAL	VARIACIÓN DE PLAN	VARIACIÓN DE COSTO	SPI	CPI	% DE VAR. DE PLANEADO	% DE VAR DE COSTO
MÉRIDA	1,386.75	1,248.078	1,295	-138.68	-47	0.9	0.9637	-10	-3.7595
IGUALA	2,733.28	2,487.2848	2,650	-246.00	-163	0.91	0.9385	-9	-6.5418
REYNOSA	4,128.21	3,839.2322	4,403.20	-288.97	-563.97	0.93	0.8719	-7	-14.6895
COAHUILA	5,514.73	5,073.5547	5,698.50	-441.18	-624.95	0.92	0.8903	-8	-12.3177
CD.JUAREZ	6,905.66	6,560.377	7,057.20	-345.28	-496.82	0.95	0.9296	-5	-7.5730
GUAYMAS	8,292.19	7,877.5773	8,314.70	-414.61	-437.12	0.95	0.9474	-5	-5.5489

*Tabla 5.21 Costos de mano de obra para sucursales*

Nota. Todos los costos están expresados en USD

En la figura 5.23 se muestra la comparación entre los costos (planeado, devengado y real) para las plantas de producción

Comparación entre costos (Planeado, devengado y real)

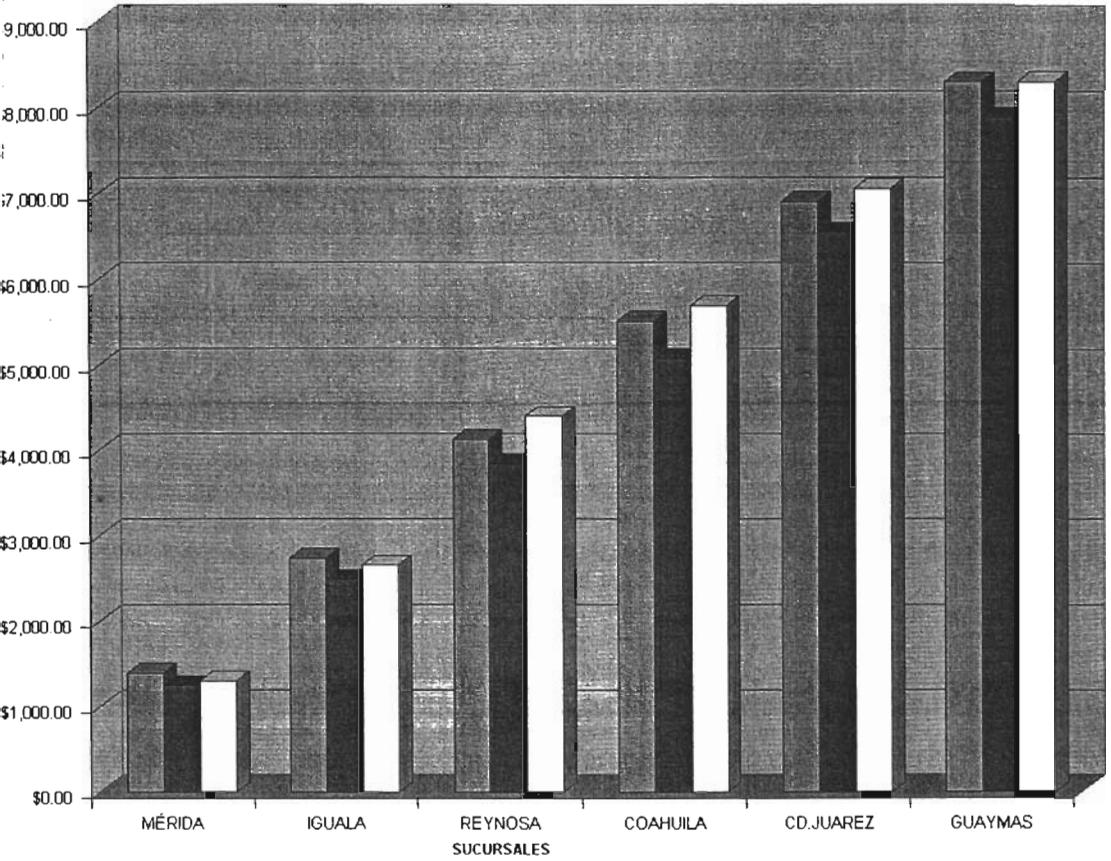
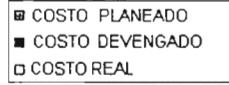
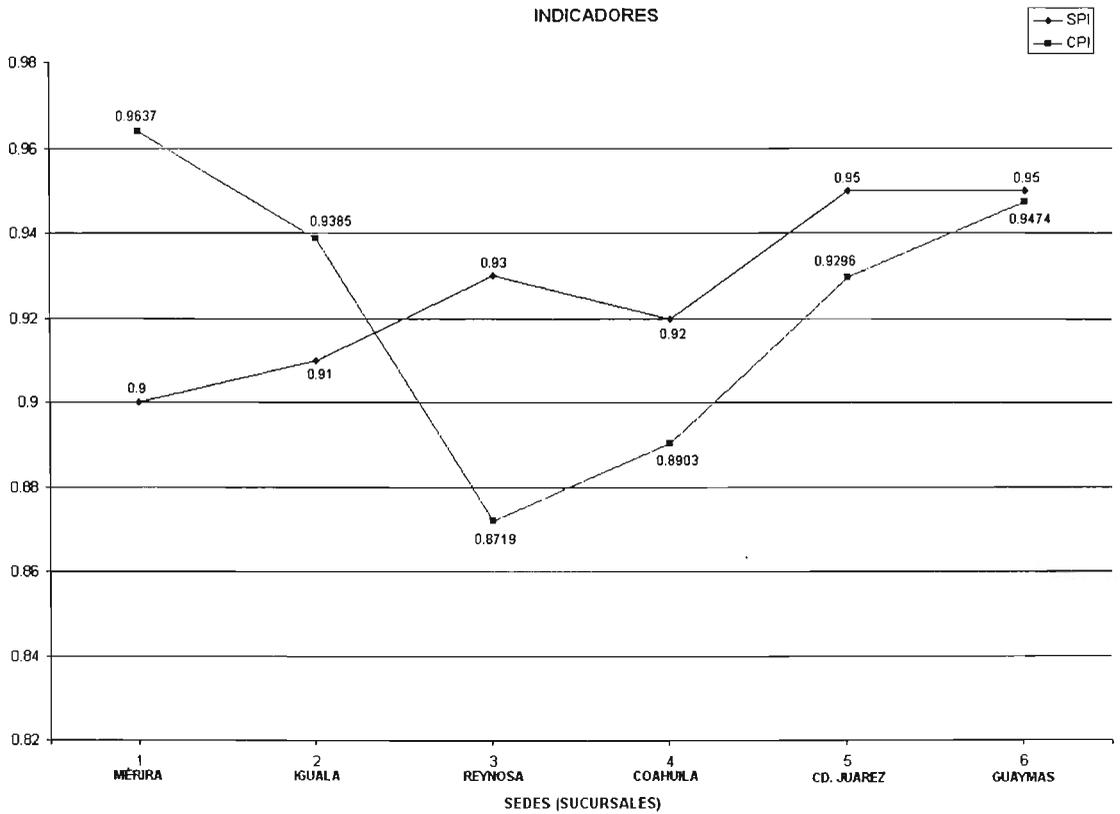


Figura 5.23 Comparación entre costos de mano de obra para (planeado, devengado y real) sucursales

En la figura 5.24 se muestra la gráfica de indicadores del índice del desempeño del costo (CPI) y el índice de desempeño de los planeado (SPI) para las sucursales.



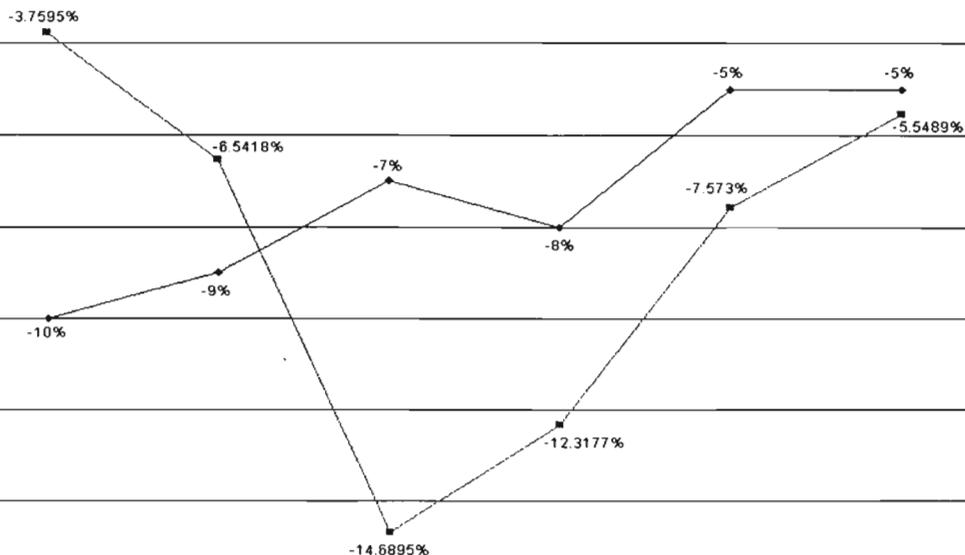
**Figura 5.24 Indicadores de SPI, CPI para sucursales**

En la figura 5.25 se muestra la gráfica de desviaciones acumuladas en sucursales.

**DESVIACIONES ACUMULADAS  
SEDES (SUCURSALES)**

MÉRIDA                      IGUALA                      REYNOSA                      COAHUILA                      CD. JUÁREZ                      GUAYMAS

1                      2                      3                      4                      5                      6



◆ % DE VARIACIÓN DE LO PLANEADO  
 ■ % DE VARIACIÓN DE COSTO

**Figura 5.25 Desviaciones acumuladas de costo para sucursales**

Si se asigna un presupuesto extra del 20% del costo planeado para mano de obra de segunda fase (sucursales) que es de 8,292.19 USD, para lo cual el fondo disponible para contingencias es de 1,658.438 USD.

SEDE (SUCURSALES)	FONDO DISPONIBLE USD	ACCIONES
Mérida	1,611.438	Consumió 47
Iguala	1,448.438	" 163
Reynosa	884.46	" 563.97
Coahuila	259.518	" 624.95
Cd. Juárez	-237.302	" 496.95
		<b>Se termina el fondo disponible y hacen falta 237.302</b>
Guaymas	-674.422	<b>Hacen falta 237.302 + 437.12 = 674.422 USD</b>

**Tabla 5.22 Acciones preventivas para disponibilidad de fondo**

Al llegar a la implementación de Cd. Juárez se termina el fondo disponible y se toma dinero del presupuesto planeado, y antes de llegar a la implementación en Guaymas se requiere un presupuesto extra de 674.22 USD.

Para esta segunda fase del proyecto se requerirá un presupuesto que incluye: **Costo de equipos para segunda fase (704,000 USD) + costo planeado de mano de obra (8,292.19 USD) + porcentaje extra del presupuesto planeado para las posibles causas que provocarán retrasos que son los (Costos para obtener el devengado) + 20% del costo planeado que se reserva para fondo disponible (1,658.438 USD) + presupuesto extra de cuando se termine el fondo disponible y el capital de lo planeado (674.422 USD)**

Para lo cual el costo total de la para la segunda fase del proyecto, incluyendo contingencias es de **714,625.05 USD**

### 5.14 Comunicaciones

El proyecto depende del buen entendimiento entre las partes que estarán involucradas en él. La planeación de las comunicaciones del proyecto incluirá difusión en las áreas administrativas e involucradas en el proyecto de los trabajos que serán efectuados, reuniones periódicas con la gerencia de proyectos y con el consejo de administración. Los canales de comunicación estarán diseñados de acuerdo a las políticas de la empresa. En cada una de las reuniones, personal a cargo del proyecto describirá los avances del proyecto comparándolos con los avances planeados a fin de identificar los trabajos que estén rezagados y evaluar las acciones futuras para resolver el conflicto.

Las reuniones con el equipo de trabajo son fundamentales para lograr los objetivos del proyecto y terminarlo en el tiempo, alcance y costo establecido.

Personal de la Gerencia de Proyectos, concertará reuniones con el o los proveedores las veces que sea necesario, para aclarar detalles técnicos, información errónea en las cotizaciones, documentos que no han sido entregados, etc., hasta estar seguros de que están cubriéndose los alcances del proyecto al 100%

### MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

<b>Personal</b>	A	B	C	D	E
<b>Fase</b>					
Requerimientos	R	P	P	R	P
Funcional		P	V	V	V
Diseño	P	O	P	V	V
Desarrollo	V	V	P	V	P
Pruebas	V	P	F	V	P

Nomenclatura  
 P = Participante  
 R = Responsable  
 V = Revisión requerida  
 O = Opinión requerida  
 F = Firma requerida

Tabla 5.23 Matriz de responsabilidades

Ingenieros especialistas Ing. Marco Antonio Olivares Martínez Ing. Ricardo Israel Vázquez Miranda	} A
Ingeniero-especialista José Luis Contreras Palma Ing. Tipo A. Daniel Díaz Dueñas Ing. Tipo B. Narciso Hernández González	} B
Ing. Especialista Felipe Tovar Hinojosa Ing. Senior Javier Hernández Ramírez	} C
Ingeniero Sponsor Miguel Ángel Mejía Pérez	} D
Ing. Sponsor Manuel Carmona Arizmendi	} E

### 5.15 Adquisiciones

Las adquisiciones se realizarán con apego a la Ley Federal de Adquisiciones y Arrendamientos del Sector Público y Privado, y la Comisión Federal de Telecomunicaciones. Mediante un estudio de mercado se decidió elegir a un proveedor que es distribuidor autorizado de equipos Nortel y Cisco en el país.

Los equipos serán adquiridos por compra directa, basándose en los artículos 26 y 40. Una vez efectuado esto, se invitará cuanto menos a tres proveedores que vendan equipos de Telecomunicaciones de las mejores marcas, las cuales se someterán a pruebas y se seleccionará a la mejor.

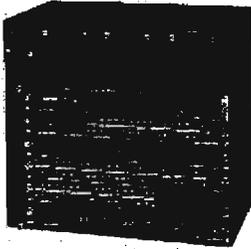
Para asegurar que el proveedor cumplirá con todos los requerimientos que el personal de Telecomunicaciones requiere para el proyecto, deberá entregar cartas de confidencialidad, certificados de homologación de los equipos (este documento es emitido por la Cofetel, avalando que los equipos están diseñados para operar en el país, ya que cubren los requerimientos que las normas nacionales establecen), cotizaciones, incluyendo partidas de capacitación, instalación de equipos, ingeniería a detalle, protocolo de pruebas, transporte hasta los sitios donde serán instalados los equipos. Entregará cartas de garantía de los equipos por un año estando en funcionamiento o 18 meses en almacén, integración de los equipos a la red actual sin ningún problema; garantía de compatibilidad de los equipos del 99.5%, por transporte, daños, soporte técnico durante el periodo de garantía.

Nota: La documentación detallada y demás procedimientos de lo que debe entregar o comprometerse el proveedor está fuera del alcance de nuestro trabajo. Nuestra intención es proporcionar un panorama general de lo que entrega un proveedor.



**Conmutador LAN/SWITCH. Equipo conmutador de datos marca Cisco Systems modelo Catalyst 4506.**

EQUIPO: CATALYST 4506	FECHA DE APLICACIÓN DE ESTE TEST:
CLIENTE:	LUGAR:
CONTRATO:	INGENIERO DE ST DEL PROVEEDOR QUE APLICO:
CLAVE CORPORATIVA:	



CATALYST 4506

Nombre del equipo Catalyst 4506:

Localización definitiva a la fecha de este equipo:

**INSPECCION FISICA**

INSPECCION A REALIZAR	N/A	SI	NO
Se encuentra limpio el sitio donde estará el equipo?			
Se encuentra el sitio libre de polvo?			
Existe ventilación para el equipo?			
El equipo se encuentra bien fijado en el Rack o Gabinete?			
Existe algún daño físico en el equipo?			
Se encuentra el cableado eléctrico de las fuentes debidamente instalado?			
Se encuentra el cableado de fibra óptica completo e instalado adecuadamente?			
Se encuentra el cableado utp completo e instalado adecuadamente?			
Se encuentran contactos eléctricos instalados adecuadamente?			
Se encuentran los conectores de fibra, utp o cualquier otro bien conectorizados			

Comentarios:

EL EQUIPO QUEDA INSTALADO Y CONFIGURADO A PLENA SATISFACCION DEL CLIENTE.

PROVEEDOR:

INGENIERO QUE APLICÓ ESTA PRUEBA

CLIENTE:

INGENIERO RESPONSABLE POR PARTE DE LA  
COMPAÑÍA

## PRUEBA DE LOS PUERTOS DE CADA TARJETA.

Probar los puertos de cada módulo, conectar y desconectar sus correspondientes cables con el fin de observar el comportamiento de los leds indicadores de cada tarjeta.

Número de ranura: 1  
 Tipo de tarjeta: Modulo Supervisor

Número de puerto	Tipo de puerto	Aceptado	No aceptado	Observaciones
1/1	GIGABIT ETHERNET			
1/2	GIGABIT ETHERNET			

Número de ranura: 2  
 Tipo de tarjeta: UTP RJ-45

Número de puerto	Tipo de puerto	Aceptado	No aceptado	Observaciones
2/1	ETHERNET			
2/2	ETHERNET			
2/3	ETHERNET			
2/4	ETHERNET			
2/5	ETHERNET			
2/6	ETHERNET			
2/7	ETHERNET			
2/8	ETHERNET			
2/9	ETHERNET			
2/10	ETHERNET			
2/11	ETHERNET			
2/12	ETHERNET			
2/13	ETHERNET			
2/14	ETHERNET			
2/15	ETHERNET			
2/16	ETHERNET			
2/17	ETHERNET			
2/18	ETHERNET			
2/19	ETHERNET			
2/20	ETHERNET			
2/21	ETHERNET			
2/22	ETHERNET			
2/23	ETHERNET			
2/24	ETHERNET			
2/25	ETHERNET			
2/26	ETHERNET			
2/27	ETHERNET			
2/28	ETHERNET			
2/29	ETHERNET			
2/30	ETHERNET			
2/31	ETHERNET			
2/32	ETHERNET			
2/33	ETHERNET			
2/34	ETHERNET			
2/35	ETHERNET			
2/36	ETHERNET			
2/37	ETHERNET			
2/38	ETHERNET			
2/39	ETHERNET			
2/40	ETHERNET			
2/41	ETHERNET			
2/42	ETHERNET			
2/43	ETHERNET			
2/44	ETHERNET			

Número de puerto	Tipo de puerto	Aceptado	No aceptado	Observaciones
2/45	ETHERNET			
2/46	ETHERNET			
2/47	ETHERNET			
2/48	ETHERNET			

Número de ranura: 3  
Tipo de tarjeta: UTP RJ-45

Numero de puerto	Tipo de puerto	Aceptado	No aceptado	Observaciones
3/1	ETHERNET			
3/2	ETHERNET			
3/3	ETHERNET			
3/4	ETHERNET			
3/5	ETHERNET			
3/6	ETHERNET			
3/7	ETHERNET			
3/8	ETHERNET			
3/9	ETHERNET			
3/10	ETHERNET			
3/11	ETHERNET			
3/12	ETHERNET			
3/13	ETHERNET			
3/14	ETHERNET			
3/15	ETHERNET			
3/16	ETHERNET			
3/17	ETHERNET			
3/18	ETHERNET			
3/19	ETHERNET			
3/20	ETHERNET			
3/21	ETHERNET			
3/22	ETHERNET			
3/23	ETHERNET			
3/24	ETHERNET			
3/25	ETHERNET			
3/26	ETHERNET			
3/27	ETHERNET			
3/28	ETHERNET			
3/29	ETHERNET			
3/30	ETHERNET			
3/31	ETHERNET			
3/32	ETHERNET			
3/33	ETHERNET			
3/34	ETHERNET			
3/35	ETHERNET			
3/36	ETHERNET			
3/37	ETHERNET			
3/38	ETHERNET			
3/39	ETHERNET			
3/40	ETHERNET			
3/41	ETHERNET			
3/42	ETHERNET			
3/43	ETHERNET			
3/44	ETHERNET			
3/45	ETHERNET			
3/46	ETHERNET			
3/47	ETHERNET			
3/48	ETHERNET			

OBSERVACIONES GENERALES ADICIONALES ENCONTRADAS EN LA PRUEBA.

EL EQUIPO QUEDA INSTALADO Y CONFIGURADO A PLENA SATISFACCION DEL CLIENTE.

\_\_\_\_\_  
INGENIERO QUE APLICO ESTA PRUEBA

\_\_\_\_\_  
INGENIERO RESPONSABLE POR PARTE DE LA  
COMPAÑÍA

*Figura 5.27 Ejemplo de protocolo de pruebas por parte del proveedor para el equipo Catalyst 4500*

Procesos que intervienen y afectan el desarrollo del proyecto

FASES \ PROCESOS	INICIO	PLANEACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
Concepto	X	X			
Levantamiento de necesidades	X				
Análisis de costo y riesgo		X	X	X	
Presentación de anteproyecto	X	X			
Especificación técnica	X	X	X		
Logística y coordinación		X	X	X	
Gestión con terceros		X	X	X	X
Riesgos		X		X	
Entrega del producto					X
Documentación de cierre					X

## Procesos que intervienen y afectan el desarrollo del proyecto

FASES \ PROCESOS	INICIO	PLANEACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
Lecciones aprendidas					X

*Tabla 5.24*

A continuación exponemos la manera en que está compuesto el proyecto; para ello nos apoyamos en el software Microsoft Project 2000, utilizado para proyectos de Telecomunicaciones.

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
1	<b>Proyecto General</b>	263.4 days	Mon 03/01/05	Wed 08/02/06	
2	<b>Implementación de una red MPLS</b>	35.83 days	Mon 03/01/05	Tue 01/03/05	
3	Identificar tipo de usuario al que se implementará la red	5.17 days	Mon 03/01/05	Mon 10/01/05	
4	<b>Fase conceptual</b>	10.83 days	Mon 03/01/05	Tue 18/01/05	
5	Definir problema por escrito	2.17 days	Mon 03/01/05	Wed 05/01/05	
6	Clasificar áreas de oportunidad (problemas)	4 days	Mon 03/01/05	Fri 07/01/05	
7	Definir e identificar soluciones eficientes	3 days	Mon 03/01/05	Thu 06/01/05	
8	Identificar que problemas se pueden solucionar (previos a la implementación)	4 days	Mon 03/01/05	Fri 07/01/05	
9	<b>Necesidades a satisfacer</b>	10.83 days	Mon 03/01/05	Tue 18/01/05	
10	Definir el objetivo correcto de forma clara	3 days	Wed 05/01/05	Mon 10/01/05	
11	Definir el alcance	3.17 days	Mon 10/01/05	Fri 14/01/05	
12	Elaborar carta costitutiva	10.83 days	Mon 03/01/05	Tue 18/01/05	
13	<b>Fase levantamiento de necesidades</b>	12.33 days	Mon 03/01/05	Thu 20/01/05	
14	Sustituir 17 equipos de acceso y 5 equipos nodales	2.17 days	Mon 10/01/05	Thu 13/01/05	
15	Realizar una reunión con el personal de ingeniería de proyectos de la cementera para difundir la estrategia	2 days	Mon 10/01/05	Wed 12/01/05	
16	<b>Hacer inventarios</b>	12.33 days	Mon 03/01/05	Thu 20/01/05	
17	Enviar cartas de solicitud de inventarios de equipo instalado actualmente	2.17 days	Mon 03/01/05	Wed 05/01/05	
18	Recibir información de equipo instalado actualmente	2.17 days	Wed 05/01/05	Sat 08/01/05	
19	Verificar condiciones de los sites de Telecomunicaciones existentes de las 17 sedes	4 days	Wed 05/01/05	Tue 11/01/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
20	Adecuar los sites donde se requiera, esto incluye sistema de tierra para el site de Telecomunicaciones de cada sede	6.17 days	Tue 11/01/05	Thu 20/01/05	
21	<b>Verificar operabilidad de la red actual</b>	<b>7.17 days</b>	<b>Wed 05/01/05</b>	<b>Sat 15/01/05</b>	
22	Cuantificar material instalado actualmente (FTP, FO, Escalerillas, Transceivers, etc) para voz, video y datos	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
23	Definir faltantes posibles	2.17 days	Wed 12/01/05	Sat 15/01/05	
24	<b>Inventario de aplicaciones</b>	<b>5 days</b>	<b>Wed 05/01/05</b>	<b>Wed 12/01/05</b>	
25	Cuantificar servicios de internet en la actualidad	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
26	Cuantificar servicios para acceder a internet y extranet corporativa	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
27	Realizar inventario de aplicaciones que se cursan en la red	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
28	<b>Inventario de protocolos actuales</b>	<b>5 days</b>	<b>Wed 05/01/05</b>	<b>Wed 12/01/05</b>	
29	Protocolos de inter conectividad (LANE, FRAME RELAY, HSRP, X.25, ATM, ETC.)	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
30	Protocolos de administración (UNIX, NOBELL, SAP, COI, NOI, ETC.)	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
31	Inventario de VPN's	5 days	Wed 05/01/05	Wed 12/01/05	
32	Ubicación de equipos actual	3.5 days	Wed 05/01/05	Tue 11/01/05	
33	<b>Recursos humanos para atender</b>	<b>4 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Fri 07/01/05</b>	
34	Organigrama de como están estructuradas las áreas de Telecomunicaciones y proyectos	4 days	Mon 03/01/05	Fri 07/01/05	
35	<b>Nivel de calidad actual</b>	<b>5.17 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Mon 10/01/05</b>	
36	Normas implementadas (ISO 9001, EIA/TIA568) y de que manera se satisfacen	5.17 days	Mon 03/01/05	Mon 10/01/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
37	<b>Fase análisis de costo y riesgo de la posible solución</b>	<b>28.17 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Thu 17/02/05</b>	
38	Estudio de posible viabilidad	3 days	Wed 12/01/05	Mon 17/01/05	
39	Estudio de posible mercado capitalizable de orben	3 days	Wed 12/01/05	Mon 17/01/05	
40	Elaborar posibles cartas de responsabilidad	2.33 days	Mon 03/01/05	Wed 05/01/05	
41	Definir posibles proveedores	3 days	Wed 12/01/05	Mon 17/01/05	
42	Definir posibles escenarios de compra (Compra directa)	2.17 days	Wed 12/01/05	Sat 15/01/05	
43	<b>Análisis de cotizaciones</b>	<b>10 days</b>	<b>Mon 17/01/05</b>	<b>Thu 03/02/05</b>	
44	Asistir a juntas para enviar y recibir posibles propuestas	3 days	Mon 17/01/05	Fri 21/01/05	
45	Analizar costo de la posible solución	2.17 days	Fri 21/01/05	Wed 26/01/05	
46	Analizar posibles tiempos y fechas de entrega y pago	3 days	Fri 21/01/05	Thu 27/01/05	
47	Solicitar y recibir cotizaciones del material (FTP, F.O, escalerilla, conectores SC, jacks, etc.)	3 days	Fri 21/01/05	Thu 27/01/05	
48	Analizar posible costo de material	3 days	Thu 27/01/05	Tue 01/02/05	
49	Analizar posible costo beneficio (costos fijos, variables, directos e indirectos)	4 days	Thu 27/01/05	Thu 03/02/05	
50	<b>Riesgos</b>	<b>8 days</b>	<b>Thu 03/02/05</b>	<b>Thu 17/02/05</b>	
51	Definir contingencias para los riesgos	8 days	Thu 03/02/05	Thu 17/02/05	
52	Considerar y definir a los Stakeholders	5 days	Thu 03/02/05	Fri 11/02/05	
53	<b>Fase de Presentación de anteproyecto</b>	<b>15.67 days</b>	<b>Thu 03/02/05</b>	<b>Tue 01/03/05</b>	
54	Reunir requerimientos	2.17 days	Thu 03/02/05	Mon 07/02/05	
55	Integrar la información	3.17 days	Mon 07/02/05	Fri 11/02/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
56	Realizar documentación detallada	2.17 days	Fri 11/02/05	Wed 16/02/05	
57	Preparar presentación	2.83 days	Fri 11/02/05	Thu 17/02/05	
58	Generar invitaciones	1.17 days	Fri 11/02/05	Tue 15/02/05	
59	Hacer presentación	1.17 days	Tue 15/02/05	Wed 16/02/05	
60	Enviar documentación para solicitar autorización	2.17 days	Wed 16/02/05	Mon 21/02/05	
61	Recibir aceptación del anteproyecto	2.67 days	Mon 21/02/05	Thu 24/02/05	
62	Elaborar carta constitutiva y obtener firmas	3.17 days	Thu 24/02/05	Tue 01/03/05	
63	Elaboración de proyecto a detalle	19.83 days	Mon 03/01/05	Wed 02/02/05	
64	<b>Fase análisis de costo y riesgo a detalle</b>	<b>23.83 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Wed 09/02/05</b>	
65	Estudio de mercado a detalle	1.17 days	Mon 03/01/05	Tue 04/01/05	
66	Estudio de viabilidad a detalle	1.17 days	Mon 03/01/05	Tue 04/01/05	
67	Estudio de mercado capitalizable a detalle	1.17 days	Mon 03/01/05	Tue 04/01/05	
68	Elaborar cartas de responsabilidad a detalle	2.17 days	Mon 03/01/05	Wed 05/01/05	
69	Definir proveedores a detalle	2.17 days	Wed 05/01/05	Sat 08/01/05	
70	Definir escenarios de compra (Compra directa) a detalle	2.17 days	Wed 05/01/05	Sat 08/01/05	
71	<b>Solicitar cotizaciones a detalle</b>	<b>12.5 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Thu 20/01/05</b>	
72	Asistir a juntas para enviar y recibir propuestas a detalle	2.17 days	Mon 03/01/05	Wed 05/01/05	
73	Analizar costo de equipos a detalle	2.17 days	Wed 05/01/05	Sat 08/01/05	
74	Elaborar maquetas de prueba a detalle	4.17 days	Wed 05/01/05	Tue 11/01/05	
75	Analizar tiempos y fechas de entrega y pago a detalle	2.17 days	Sat 08/01/05	Wed 12/01/05	
76	Solicitar cotizaciones del material (FTP, F.O, escalerilla, conectores SC, jacks, etc.) a detalle	3 days	Wed 12/01/05	Sat 15/01/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
77	Analizar a detalle el costo de material	1.17 days	Sat 15/01/05	Tue 18/01/05	
78	Analizar costo beneficio a detalle (costos fijos, variables, directos e indirectos)	3 days	Sat 15/01/05	Thu 20/01/05	
79	<b>Riesgos a detalle</b>	<b>3.67 days</b>	<b>Thu 03/02/05</b>	<b>Wed 09/02/05</b>	
80	Que los proveedores de equipos a elegir permanezcan en el mercado (no quiebren)	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
81	Que los efectos climatológicos afecten o retrasen la instalación de equipos	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
82	Que el personal que instalará el equipo y cableado sufran accidentes	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
83	Que proveedor y empresa no den a conocer todas sus inquietudes durante el levantamiento en sitio	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
84	Que los grupos sindicales se inconformen	3.17 days	Thu 03/02/05	Wed 09/02/05	
85	Que los grupos técnicos no apoyen	3.67 days	Thu 03/02/05	Wed 09/02/05	
86	Que existan directivos en contra que no apoyen la solución	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
87	Definir contingencias para los riesgos a detalle	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
88	Devaluación de moneda	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
89	Falta de flujo efectivo para pagar	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
90	Que el personal experto se vaya de vacaciones	3 days	Thu 03/02/05	Tue 08/02/05	
91	<b>Fase especificaciones técnicas</b>	<b>24.17 days</b>	<b>Mon 03/01/05</b>	<b>Thu 10/02/05</b>	
92	Características detalladas de equipos	9 days	Mon 03/01/05	Sat 15/01/05	
93	Características detalladas de material	9 days	Mon 03/01/05	Sat 15/01/05	
94	Certificación de personal	8 days	Mon 03/01/05	Thu 13/01/05	
95	Soporte y ayuda	5 days	Fri 14/01/05	Fri 21/01/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
96	Requerimientos y adecuación de sites	4 days	Fri 21/01/05	Fri 28/01/05	
97	Configuraciones	4 days	Fri 21/01/05	Fri 28/01/05	
98	Calificar pruebas finales de prototipos	2.17 days	Fri 28/01/05	Tue 01/02/05	
99	Enviar a los proveedores solicitudes de cotización a detalle	2.17 days	Tue 01/02/05	Fri 04/02/05	
100	Recibir cotizaciones a detalle	2.17 days	Fri 04/02/05	Wed 09/02/05	
101	Definir el método de inspección técnica de equipos	4 days	Fri 28/01/05	Fri 04/02/05	
102	Definir donde se recibirán los equipos y como	4 days	Fri 28/01/05	Fri 04/02/05	
103	Cotejar las especificaciones con los datos de los responsables en sitio	3.17 days	Fri 04/02/05	Thu 10/02/05	
104	<b>Fase logística y coordinación para plantas y corporativo</b>	<b>176.4 days</b>	<b>Fri 04/02/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
105	<b>Adquisiciones</b>	<b>55 days</b>	<b>Fri 04/02/05</b>	<b>Wed 04/05/05</b>	
106	Recibir presupuesto	2.17 days	Fri 04/02/05	Tue 08/02/05	
107	Distribuir presupuesto	3 days	Tue 08/02/05	Mon 14/02/05	
108	<b>Establecer garantías de compra</b>	<b>8.33 days</b>	<b>Wed 09/02/05</b>	<b>Wed 23/02/05</b>	
109	Elaborar solicitud de pedido	3 days	Wed 09/02/05	Tue 15/02/05	
110	Realizar tramites para autorización	3 days	Wed 09/02/05	Tue 15/02/05	
111	Enviar solicitud oficial al área de adquisiciones	4 days	Tue 15/02/05	Tue 22/02/05	
112	Asistir a juntas de aclaraciones	3 days	Tue 15/02/05	Fri 18/02/05	
113	Dar fallo técnico	1.17 days	Fri 18/02/05	Tue 22/02/05	
114	Firma de contrato	1.17 days	Tue 22/02/05	Wed 23/02/05	
115	Difundir información sobre fechas de inicio de trabajos	49.83 days	Mon 14/02/05	Wed 04/05/05	
116	<b>Recepción</b>	<b>5.17 days</b>	<b>Wed 23/02/05</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
117	Recibir equipos de plantas y corporativo y material de plantas, sucursales y corporativo (en el corporativo)	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
118	Verificar que las etiquetas del equipo empacado corresponda con marcas y modelos seleccionados	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
119	<b>Suministro de cableado estructurado para las plantas, sucursales y corporativo</b>	<b>2.17 days</b>	<b>Wed 23/02/05</b>	<b>Sat 26/02/05</b>	
120	<b>Partida A</b>	<b>2.17 days</b>	<b>Wed 23/02/05</b>	<b>Sat 26/02/05</b>	
121	1. Suministro de 1,475 bobinas de 305m de FTP cat. 6 para cableado de datos y video	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
122	2. Suministro de 1,841 bobinas 305m de FTP cat. 3 para cableado de voz	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
123	3. Suministro de 28 racks de 2 m de altura por 0.49m de ancho y 0.6m de profundidad empotrables al piso con puerta	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
124	4. Suministro de 2,826 tramos de escalerilla de 3.66 m con un ancho de 45.72 cm y una separación entre peldaños de 30.48 cm	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
125	5. Suministro de 11,304 soportes para escalerilla de 1/2 pulgada de grosor que incluyen tuercas y clips tipo "U"	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
126	6. Suministro de 1,640 conectores SC para fibra 62.5/125 micras	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
127	7. Suministro de 30 bobinas de fibra óptica de 300 m de longitud y 62.5/125 micras monomodo	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
128	8. Suministro de 40,832 conectores RJ-45 (Jacks)	2.17 days	Wed 23/02/05	Sat 26/02/05	
129	<b>Suministro de equipos de voz video y datos para corporativo y plantas</b>	<b>3 days</b>	<b>Sat 26/02/05</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	
130	<b>Partida B</b>	<b>3 days</b>	<b>Sat 26/02/05</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
131	1. Suministro de 11 passports 8600 de Nortel Networks	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
132	2. Suministro de 26 PBX's Meridian 11C mini de Nortel Networks con tarjetas ITG de 24 ptos. Cada una	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
133	3. Suministro de 7 router cisco catalyst 7206 de frontera con una tarjeta madre de 32Gbps-256Gbps, 130 ptos. Ethernet, 128 ptos. PO OC-3, 32 ptos. PO CC-12, 8 ptos. PO OC-48, 64 ptos canalizados OC-12, 16puertos por canal. OC-48 y 8 módulos Flex/Wan	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
134	4. Suministro de 22 Switch LAN cisco catalyst 3550 de 48 ptos., capa 2 con QoS	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
135	5. Suministro de 11 equipos de VCF que incluyen 11 terminales de video H.323 para video IP, 11 MCU's y 11 Gateways de video	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
136	6. Suministro de 33 servidores IBM Xseries 445	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
137	7. Suministro de 33 estaciones de trabajo HP xw8200	3 days	Sat 26/02/05	Thu 03/03/05	
138	<b>Distribuir equipos</b>	<b>39 days</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	<b>Wed 04/05/05</b>	
139	Trasladar equipos y material a Guadalajara	16 days	Thu 03/03/05	Mon 28/03/05	
140	Trasladar equipos y material a Zacatecas	16 days	Thu 03/03/05	Mon 28/03/05	
141	Trasladar equipos y material a Monterrey	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
142	Trasladar equipos y material a San Luis Potosi	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
143	Trasladar equipos y material a La Paz	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
144	Trasladar equipos y material a Morelia	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
145	Trasladar equipos y material a Oaxaca	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
146	Trasladar equipos y material a Chiapas	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
147	Trasladar equipos y material a Tabasco	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
148	Trasladar equipos y material a Veracruz	16 days	Fri 08/04/05	Wed 04/05/05	
149	<b>Definir niveles de comunicación de las empresas proveedoras</b>	<b>14.83 days</b>	<b>Mon 14/02/05</b>	<b>Thu 10/03/05</b>	
150	Definir la asignación de recursos humanos	7.83 days	Mon 14/02/05	Sat 26/02/05	
151	Definir niveles de comunicación para el proyecto	4 days	Sat 26/02/05	Fri 04/03/05	
152	Definir formatos de protocolos y aceptaciones	4 days	Sat 26/02/05	Fri 04/03/05	
153	Definido plan de trabajo y tiempos fijar fchas para reuniones para ver avances en el proyecto	3 days	Fri 04/03/05	Thu 10/03/05	
154	<b>Fase 1 implementación de la red en corporativo y plantas</b>	<b>160.4 days</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
155	<b>Puesta en operación de maqueta de prueba</b>	<b>160.4 days</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
156	<b>Validación de prototipo de pruebas (maqueta)</b>	<b>18 days</b>	<b>Thu 03/03/05</b>	<b>Wed 30/03/05</b>	
157	Suministro de equipo (para pruebas)	2 days	Thu 03/03/05	Mon 07/03/05	
158	Instalación y configuración de equipo	4 days	Mon 07/03/05	Sat 12/03/05	
159	Pruebas en sitio	4 days	Sat 12/03/05	Fri 18/03/05	
160	Entrega de documentación con los requerimientos para los sitios con equipos LSC y ELSR secundarios	4 days	Fri 18/03/05	Thu 24/03/05	
161	Entrega de documentación con los requerimientos y características para los sitios con equipos (cisco systems switch LAN 3550, router 7206,MCU, terminal de video IP y Gateway de video) y de nortel (passport 8600 y	4 days	Fri 18/03/05	Thu 24/03/05	
162	Validación de pruebas	4 days	Thu 24/03/05	Wed 30/03/05	
163	<b>Nodo D.F.</b>	<b>12.8 days</b>	<b>Fri 29/04/05</b>	<b>Thu 19/05/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
164	<b>Checklist de site D.F.</b>	<b>2 days</b>	<b>Fri 29/04/05</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	
165	<b>Partida A</b>	<b>2 days</b>	<b>Fri 29/04/05</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	
166	Revisar trayectoria de cableado eléctrico	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
167	Verificar espacio para instalación de gabinetes	1 day	Fri 29/04/05	Mon 02/05/05	
168	Verificar hardware y software de Passport 8600, switch 3550 para instalar tarjetas	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
169	<b>Partida B</b>	<b>2 days</b>	<b>Fri 29/04/05</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	
170	Revisar trayectoria de cableado estructurado para datos y video	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
171	Revisar trayectoria para equipo eléctrico	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
172	Revisar trayectoria para cableado estructurado para voz	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
173	<b>Partida C</b>	<b>2 days</b>	<b>Fri 29/04/05</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	
174	Revisión de espacio y equipamiento en sitio	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
175	Liberación de equipo	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
176	Verificar hardware y software de 5 equipos meridian 11C mini, equipo de videoconferencia (Gateway, MCU y terminal de video H.323)	2 days	Fri 29/04/05	Tue 03/05/05	
177	<b>Adecuación de site D.F.</b>	<b>4.8 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Tue 10/05/05</b>	
178	<b>Partida A</b>	<b>4.8 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Tue 10/05/05</b>	
179	Instalación de gabinetes	1.17 days	Tue 03/05/05	Wed 04/05/05	
180	Instalación de cableado estructurado	2 days	Wed 04/05/05	Sat 07/05/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
181	Pruebas de cableado estructurado	2 days	Sat 07/05/05	Tue 10/05/05	
182	Instalar aire acondicionado	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
183	<b>Partida B</b>	<b>4.8 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Tue 10/05/05</b>	
184	Instalación de gabinetes	1.17 days	Tue 03/05/05	Wed 04/05/05	
185	Instalación de cableado estructurado	2 days	Wed 04/05/05	Sat 07/05/05	
186	Pruebas de cableado estructurado	2 days	Sat 07/05/05	Tue 10/05/05	
187	Instalar aire acondicionado	2 days	Fri 06/05/05	Mon 09/05/05	
188	<b>Equipamiento D.F.</b>	<b>11.2 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Thu 19/05/05</b>	
189	<b>Recopilación de información</b>	<b>2 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Fri 06/05/05</b>	
190	<b>Partida D</b>	<b>2 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Fri 06/05/05</b>	
191	Direccionamiento IP	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
192	Datos para la configuración de los servicios	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
193	<b>Partida E</b>	<b>2 days</b>	<b>Tue 03/05/05</b>	<b>Fri 06/05/05</b>	
194	Direccionamiento IP	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
195	Nomenclatura gral., de configuración (Hostnames, password, SNMP, seguridad, etc.)	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
196	Datos para la configuración de los servicios	2 days	Tue 03/05/05	Fri 06/05/05	
197	<b>Instalación y configuración de equpos en D.F.</b>	<b>8 days</b>	<b>Mon 09/05/05</b>	<b>Thu 19/05/05</b>	
198	<b>Partida D</b>	<b>5.4 days</b>	<b>Mon 09/05/05</b>	<b>Mon 16/05/05</b>	
199	Montaje de equipos (switch LAN 3550 y passport 8600 en el rack)	2 days	Mon 09/05/05	Wed 11/05/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
200	Correr protocolo en estos equipos	2 days	Thu 12/05/05	Sat 14/05/05	
201	Configurar servicios	2 days	Thu 12/05/05	Sat 14/05/05	
202	Puebas de aceptación	1 day	Sat 14/05/05	Mon 16/05/05	
203	Instalación de equipo de VCF en el quinto piso del edificio (MCU, Gateway para video y terminal de video H.323 para video IP)	2 days	Mon 09/05/05	Wed 11/05/05	
204	Configurar MCU y Gateway para video	2 days	Wed 11/05/05	Fri 13/05/05	
205	<b>Partida E</b>	<b>6 days</b>	<b>Mon 09/05/05</b>	<b>Tue 17/05/05</b>	
206	Montaje de equipos (switch LAN 3550 y passport 8600 en el rack)	2 days	Mon 09/05/05	Wed 11/05/05	
207	Correr protocolo en estos equipos	3 days	Wed 11/05/05	Mon 16/05/05	
208	Configurar servicios	2 days	Wed 11/05/05	Fri 13/05/05	
209	Puebas de aceptación	2 days	Sat 14/05/05	Tue 17/05/05	
210	Instalación de equipo de VCF en el quinto piso del edificio (MCU, Gateway para video y terminal de video H.323 para video IP)	2 days	Mon 09/05/05	Wed 11/05/05	
211	Configurar MCU y Gateway para video	2 days	Wed 11/05/05	Fri 13/05/05	
212	<b>Partida F</b>	<b>4 days</b>	<b>Sat 14/05/05</b>	<b>Thu 19/05/05</b>	
213	Correr protocolo de inspección de equipo	2 days	Sat 14/05/05	Tue 17/05/05	
214	Configuración de servicios	2 days	Sat 14/05/05	Tue 17/05/05	
215	Puebas de aceptación	2 days	Tue 17/05/05	Thu 19/05/05	
216	<b>Nodo Guadalajara</b>	<b>13.2 days</b>	<b>Tue 17/05/05</b>	<b>Sat 04/06/05</b>	
269	<b>Nodo Zacatecas</b>	<b>13 days</b>	<b>Thu 02/06/05</b>	<b>Tue 21/06/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
322	Nodo Monterrey	13.2 days	Sat 18/06/05	Thu 07/07/05	
375	Nodo San Luis potosi	13.2 days	Tue 05/07/05	Sat 23/07/05	
428	Nodo La Paz	13.2 days	Thu 21/07/05	Tue 09/08/05	
481	Nodo Morelia	13.2 days	Sat 06/08/05	Fri 26/08/05	
534	Nodo Oaxaca	13 days	Wed 24/08/05	Mon 12/09/05	
587	Nodo Chiapas	13.4 days	Fri 09/09/05	Thu 29/09/05	
640	Nodo Tabasco	13 days	Tue 27/09/05	Sat 15/10/05	
693	Nodo Veracruz	13.4 days	Thu 13/10/05	Tue 01/11/05	
746	Fase logística y coordinación para sucursales	133 days	Mon 25/07/05	Wed 08/02/06	
747	Adquisiciones	32.5 days	Mon 25/07/05	Sat 10/09/05	
748	Recibir presupuesto	5 days	Mon 25/07/05	Mon 01/08/05	
749	Distribuir presupuesto	3 days	Mon 01/08/05	Thu 04/08/05	
750	Establecer garantías de compra	8.5 days	Mon 01/08/05	Fri 12/08/05	
751	Elaborar solicitud de pedido	3.17 days	Mon 01/08/05	Fri 05/08/05	
752	Realizar tramites para autorización	3 days	Mon 01/08/05	Thu 04/08/05	
753	Enviar solicitud oficial al área de adquisiciones	4.17 days	Fri 05/08/05	Thu 11/08/05	
754	Asistir a juntas de aclaraciones	3.17 days	Fri 05/08/05	Tue 09/08/05	
755	Dar fallo técnico	1.17 days	Tue 09/08/05	Thu 11/08/05	
756	Firma de contrato	1.17 days	Thu 11/08/05	Fri 12/08/05	
757	Difundir información sobre fechas de inicio de trabajos	24.5 days	Fri 05/08/05	Sat 10/09/05	
758	Recepción	2.17 days	Fri 12/08/05	Tue 16/08/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
759	Recibir equipos de sucursales en el almacén central de corporativo	2.17 days	Fri 12/08/05	Tue 16/08/05	
760	Verificar que las etiquetas del equipo empacado corresponda con marcas y modelos seleccionados	2.17 days	Fri 12/08/05	Tue 16/08/05	
761	<b>Suministro de equipos de voz y datos para sucursales</b>	<b>3 days</b>	<b>Fri 12/08/05</b>	<b>Wed 17/08/05</b>	
762	<b>Partida B</b>	<b>3 days</b>	<b>Fri 12/08/05</b>	<b>Wed 17/08/05</b>	
763	1. Suministro de 6 passports 8003 de Nortel Networks	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
764	2. Suministro de 12 PBX's Meridia 11C mini de Nortel Networks con tarjetas ITG de 24 pto. Cada una	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
765	3. Suministro de 5 router cisco catalyst 7206 de frontera con una tarjeta madre de 32Gbps-256Gbps, 130 pto. Ethernet, 128 pto. PO OC-3, 32 pto. PO OC-12, 8 pto. PO OC-48, 64 pto canalizados OC-12, 16puertos por canal. OC-48 y 8 módulos Flex/Wan	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
766	4. Suministro de 6 Switch LAN cisco catalyst 3550 de 48 pto., capa 2 con QoS	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
767	5. Suministro de 12 servidores IBM Xseries 445	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
768	6. Suministro de 12 estaciones de trabajo HP xw8200	3 days	Fri 12/08/05	Wed 17/08/05	
769	<b>Distribuir equipos</b>	<b>16 days</b>	<b>Wed 17/08/05</b>	<b>Sat 10/09/05</b>	
770	Trasladar equipos a Mérida	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	
771	Trasladar equipos a Iguala	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	
772	Trasladar equipos a Reynosa	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	
773	Trasladar equipos a Coahuila	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
774	Trasladar equipos a CD. Juárez	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	
775	Trasladar equipos a Guaymas	16 days	Wed 17/08/05	Sat 10/09/05	
776	<b>Definir niveles de comunicación de las empresas proveedoras</b>	<b>15 days</b>	<b>Fri 05/08/05</b>	<b>Sat 27/08/05</b>	
777	Definir la asignación de recursos humanos	8 days	Fri 05/08/05	Tue 16/08/05	
778	Definir niveles de comunicación para el proyecto	4 days	Wed 17/08/05	Tue 23/08/05	
779	Definir formatos de protocolos y aceptaciones	4 days	Wed 17/08/05	Tue 23/08/05	
780	Definido plan de trabajo y tiempos fijar fchas para reuniones para ver avances en el proyecto	3 days	Wed 24/08/05	Sat 27/08/05	
781	<b>Fase 2 implementación de la red en sucursales</b>	<b>85 days</b>	<b>Wed 05/10/05</b>	<b>Wed 08/02/06</b>	
782	<b>Puesta en operación de maqueta de prueba</b>	<b>85 days</b>	<b>Wed 05/10/05</b>	<b>Wed 08/02/06</b>	
783	<b>Validación de prototipo de pruebas (maqueta)</b>	<b>18.17 days</b>	<b>Wed 05/10/05</b>	<b>Mon 31/10/05</b>	
784	Suministro de equipo (para pruebas)	2.17 days	Wed 05/10/05	Fri 07/10/05	
785	Instalación y configuración de equipo	4 days	Fri 07/10/05	Thu 13/10/05	
786	Pruebas en sitio	4 days	Thu 13/10/05	Wed 19/10/05	
787	Entrega de documentación con los requerimientos para los sitios con equipos LSC y ELSR secundarios	4 days	Wed 19/10/05	Tue 25/10/05	
788	Entrega de documentación con los requerimientos y características para los sitios con equipos (cisco systems switch LAN 3550, router 7206) y de nortel (passport 8003 y Meridian 11 C)	4 days	Wed 19/10/05	Tue 25/10/05	
789	Validación de pruebas	4 days	Tue 25/10/05	Mon 31/10/05	
790	<b>Nodo Mérida</b>	<b>13 days</b>	<b>Sat 29/10/05</b>	<b>Thu 17/11/05</b>	
791	<b>Checklist de site Mérida</b>	<b>2 days</b>	<b>Sat 29/10/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
792	<b>Partida A</b>	<b>2 days</b>	<b>Sat 29/10/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
793	Verificar espacio para instalación de gabinetes	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
794	Revisar trayectoria de cableado eléctrico	1 day	Sat 29/10/05	Mon 31/10/05	
795	Verificar hardware y software de Passport 8003, switch 3550 para instalar tarjetas	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
796	<b>Partida B</b>	<b>2 days</b>	<b>Sat 29/10/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
797	Revisar trayectoria de cableado estructurado para datos	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
798	Revisar trayectoria para equipo eléctrico	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
799	Revisar trayectoria para cableado estructurado para voz	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
800	<b>Partida C</b>	<b>2 days</b>	<b>Sat 29/10/05</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	
801	Revisión de espacio y equipamiento en sitio	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
802	Liberación de equipo	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
803	Verificar hardware y software de 2 equipos meridian 11C mini	2 days	Sat 29/10/05	Tue 01/11/05	
804	<b>Adecuación de site Mérida</b>	<b>5 days</b>	<b>Mon 31/10/05</b>	<b>Mon 07/11/05</b>	
805	<b>Partida A</b>	<b>4 days</b>	<b>Mon 31/10/05</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	
806	Instalación de gabinetes	1.17 days	Tue 01/11/05	Thu 03/11/05	
807	Instalación de cableado estructurado	2 days	Mon 31/10/05	Wed 02/11/05	
808	Pruebas de cableado estructurado	2 days	Thu 03/11/05	Sat 05/11/05	
809	Instalar aire acondicionado	2 days	Tue 01/11/05	Fri 04/11/05	
810	<b>Partida B</b>	<b>5 days</b>	<b>Mon 31/10/05</b>	<b>Mon 07/11/05</b>	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January 03/01
811	Instalación de gabinetes	1.17 days	Tue 01/11/05	Thu 03/11/05	
812	Instalación de cableado estructurado	2 days	Mon 31/10/05	Wed 02/11/05	
813	Pruebas de cableado estructurado	2 days	Thu 03/11/05	Sat 05/11/05	
814	Instalar aire acondicionado	2 days	Fri 04/11/05	Mon 07/11/05	
815	<b>Equipamiento Mérida</b>	<b>11 days</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	<b>Thu 17/11/05</b>	
816	Recopilación de información	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
817	<b>Partida D</b>	<b>3 days</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	
818	Direccionamiento IP	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
819	Datos para la configuración de los servicios	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
820	<b>Partida E</b>	<b>3 days</b>	<b>Tue 01/11/05</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	
821	Direccionamiento IP	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
822	Nomenclatura gral. De configuración (Hostmanes, password, SNMP, seguridad, etc.)	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
823	Datos para la configuración de los servicios	3 days	Tue 01/11/05	Sat 05/11/05	
824	<b>Instalación y configuración de equipos en Mérida</b>	<b>8 days</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	<b>Thu 17/11/05</b>	
825	<b>Partida D</b>	<b>5 days</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	<b>Sat 12/11/05</b>	
826	Montaje de equipos (switch LAN 3550 y passport en el rack)	2 days	Sat 05/11/05	Tue 08/11/05	
827	Correr protocolo en estos equipos	2 days	Wed 09/11/05	Fri 11/11/05	
828	Configurar servicios	2 days	Wed 09/11/05	Fri 11/11/05	
829	Pruebas de aceptación	1 day	Fri 11/11/05	Sat 12/11/05	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January
					03/01
830	<b>Partida E</b>	<b>5 days</b>	<b>Sat 05/11/05</b>	<b>Sat 12/11/05</b>	
831	Montaje de equipos (switch LAN 3550 y passport en el rack)	2 days	Sat 05/11/05	Tue 08/11/05	
832	Correr protocolo en estos equipos	3 days	Wed 09/11/05	Sat 12/11/05	
833	Configurar servicios	2 days	Wed 09/11/05	Fri 11/11/05	
834	Pruebas de aceptación	1 day	Fri 11/11/05	Sat 12/11/05	
835	<b>Partida F</b>	<b>4 days</b>	<b>Fri 11/11/05</b>	<b>Thu 17/11/05</b>	
836	Correr protocolo de inspección de equipo	2 days	Fri 11/11/05	Mon 14/11/05	
837	Configuración de servicios	2 days	Fri 11/11/05	Mon 14/11/05	
838	Pruebas de aceptación	2 days	Tue 15/11/05	Thu 17/11/05	
839	Nodo Iguala	13 days	Tue 15/11/05	Sat 03/12/05	
888	Nodo Reynosa	13 days	Wed 30/11/05	Tue 20/12/05	
937	Nodo Coahuila	13 days	Fri 16/12/05	Thu 05/01/06	
986	Nodo CD. Juarez	13 days	Tue 03/01/06	Sat 21/01/06	
1035	Nodo Guaymas	13 days	Thu 19/01/06	Wed 08/02/06	
1084	Fase de entrega y cierre	21 days	Sat 07/01/06	Wed 08/02/06	
1085	<b>MEMORIA TÉCNICA</b>	13 days	Sat 07/01/06	Thu 26/01/06	
1086	Elaboración y entrega de memoria técnica	13 days	Sat 07/01/06	Thu 26/01/06	
1087	Establecer cierre administrativo	7.83 days	Thu 26/01/06	Wed 08/02/06	
1088	Establecer cierre del proyecto	8 days	Thu 26/01/06	Wed 08/02/06	

## ***Capítulo VI***

### ***ANÁLISIS COSTO | BENEFICIO***



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.

## 6.1 Introducción

Cada vez es más frecuente que diversas dependencias gubernamentales y empresas privadas como Petróleos Mexicanos, CFE y Teléfonos de México, que requieren ampliar una refinería, construir una nueva hidroeléctrica o mejorar la infraestructura de Telecomunicaciones a nivel nacional por citar ejemplos, realicen concursos de licitación para que alguna firma de proyectos de Ingeniería se encargue de realizar estas tareas.

Para llegar a esto es necesario que antes se haya reunido gente experta del área de proyectos de cada compañía interesada para evaluar si el proyecto será factible o no en términos financieros y de operación. Así como de la firma de Ingeniería interesada en concursar, pues probablemente no tenga los recursos financieros suficientes para contratar personal extra o desembolsar capital en caso de que los entregables no salgan a tiempo para cobrarlos a la compañía que está realizando el proyecto.

Una práctica común para evaluar la viabilidad de cualquier proyecto es efectuar análisis costo-beneficio, éstos sirven como guía para la toma de decisiones a partir de estimar los beneficios a mediano y largo plazo y el impacto financiero que tendrá para la compañía interesada. Con frecuencia involucra 6 aspectos:

1. Efectuar "lluvia de ideas" o reunir información derivada de factores importantes relacionados con cada toma de decisiones.
2. Determinar los costos de cada elemento que intervendrá en el proyecto. Por ejemplo: algunos costos como la mano serán exactos, mientras que otros costos como los generados por materiales deberán ser estimados.
3. Sumar los costos totales de cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios de cada decisión en términos financieros (debido a la globalización, devaluación de nuestra moneda y porque la materia prima se trae del extranjero, como es el caso de los equipos de Telecomunicaciones, es recomendable hacerlo en dólares estadounidenses)
5. Establecer las cifras totales de los costos y beneficios del proyecto, de manera que la relación costo-beneficio sea:

$$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}}$$

6. Comparar la relación Beneficios a costos para las diversas decisiones propuestas. En términos financieros, la mejor solución es la que proporcione la relación más alta de beneficios a costos.

Los Análisis Costo-Beneficio no siempre son la respuesta a todos los problemas, pero sirve como guía para determinar los elementos clave que definirán si es factible o no realizar un proyecto específico.

## 6.2 Aplicación del análisis Costo / Beneficio

Utilizaremos el ejemplo de la cementera del capítulo anterior para explicar las maneras en que son realizados los análisis costo-beneficio; no es la única manera de hacerlo, ya que cada compañía los adecua según sus necesidades.

Antes de tomar la decisión de aceptar el proyecto, el consejo de administración y la gerencia quieren estar seguros de que es la mejor opción. Para satisfacer este requerimiento, la Gerencia de Proyectos propone evaluar la situación desde tres puntos de vista: Calculando los costos por mantener la infraestructura actual de Telecomunicaciones, realizar el proyecto usando la metodología del PMI (Project Management Institute) o realizar el proyecto sin una metodología lógica. Dejar la red operando actualmente y realizar el proyecto sin una metodología como el PMI tienen ventajas a corto plazo, pero costo y riesgos elevados a mediano y largo plazo. Analicemos los tres casos para demostrar que la metodología del PMI que hemos explicado en los capítulos anteriores es la mejor solución para realizar proyectos de Telecomunicaciones.

### *Opción 1. Mantener funcionando la infraestructura de Telecomunicaciones actual (No realizar ningún proyecto de actualización)*

Aparentemente esta sería una buena opción, porque los costos a corto plazo serían mínimos; si la finalidad es efectuar el trabajo con menos cantidad de recursos, entonces esta sería la mejor opción, pero los resultados obtenidos comprobarán que no es así, porque el costo y riesgo a mediano y largo plazo serán elevados e incrementarán conforme avance el tiempo, además de retrasar el desarrollo de la compañía en términos financieros, de operabilidad y que contrasta con la visión y objetivos de la compañía que ha fijado la directiva de la cooperativa. Las probables ventajas y desventajas que tendríamos dejando la red como funciona actualmente son:

#### Ventajas (a corto plazo):

- Reducción de costo por operación
- El personal no necesitará capacitación porque toda la información la localizan en la página *web* del fabricante
- La compañía no tendrá que gastar en adquirir equipos de Telecomunicaciones caros
- El personal técnico e ingenieros tienen la libertad de improvisar para intentar resolver problemas con el funcionamiento de la red
- No requerirán comprar más licencias de software pues el personal de Telecomunicaciones confía que los equipos tienen la capacidad suficiente para dar servicio a nuevos usuarios

#### Desventajas (a mediano y largo plazo):

- Incremento de costos por mantenimiento
- Algunos componentes se encuentren fuera del mercado u obsoletos, "end of sale" o "end of life"
- Incremento en costos por operación

- Costo por líneas arrendadas adicionales
- Uso inadecuado de los anchos de banda
- La cantidad de servicios que soportan los equipos sea excedida
- Contratar compañías externas para proporcionar ayuda y soporte técnico
- El personal técnico e ingenieros no tengan los conocimientos suficientes para resolver problemas o dar mantenimiento a los equipos
- Uso desmedido de Internet
- Saturación de la red
- Costo desmedido por rentar enlaces E1 y servidores de acceso innecesarios.

*Opción 2. Efectuar el proyecto sin una metodología coherente.*

Aparentemente esta sería una buena opción, porque los ingenieros de proyecto podrían decir que tienen la suficiente experiencia técnica para actualizar la red de Telecomunicaciones sin necesitar de una metodología como el PMI.

Existe gente que toma las decisiones por corazonadas, sin usar el sentido común; esta es una mala decisión porque las cosas se toman a la ligera, aumentando aún más los riesgos y costos durante el proyecto, al grado que la cementera no tenga los suficientes fondos para financiar el proyecto y los probables patrocinadores retiren su apoyo, llevando a la compañía al caos.

Efectuar el proyecto sin una metodología como el propuesto en esta tesis tendrá varias desventajas; enunciaremos las de mayor importancia:

- Mala cuantificación de materiales y mano de obra para el proyecto durante la fase de planeación
- El proveedor no desee entregar cartas de obligado solidario, de confidencialidad, garantías
- Los proveedores no sean distribuidores autorizados de Nortel y Cisco
- Los equipos que entreguen los proveedores sean versiones beta
- El personal encargado de instalar los equipos no esté certificado por los fabricantes
- No realizar el proyecto en base a estándares nacionales e internacionales
- No cumplir con la visión y misión de la compañía
- No cubrir las expectativas
- El personal técnico e ingenieros y sus tareas, no se realicen de acuerdo a las tareas programadas (en caso de que hayan sido programadas)
- Incremento en costos por mantenimiento
- No será posible realizar actualizaciones porque los equipos beta tienen muchas restricciones; además de que los equipos que están trabajando actualmente estén discontinuados o a punto de salir del mercado

- Incremento en el uso de los anchos de banda

### *Opción 3. Realizar el proyecto siguiendo la metodología del PMI*

No es necesario repetir las ventajas que tienen los administradores de proyectos al seguir la metodología del PMI. Basta con decir que en términos financieros existen ahorros y retornos de inversión considerables.

Empresas como ICA FLUOR y PEMEX han utilizado como base las nueve áreas del conocimiento para crear procedimientos internos para efectuar los proyectos, siempre considerando los alcances, costos, tiempos y desempeños de acuerdo al triángulo de triple restricción que hemos mencionado en ocasiones anteriores.

### **6.3 Elaboración de Análisis Costo / Beneficio**

#### Opción 1. Información sin realizar el proyecto (Continuar con los equipos actuales)

De seguir operando la red como lo está haciendo actualmente, sin sustituir los Router 3200 que son la entrada de servicios hacia la sede, va a haber saturación en la transmisión y recepción de información, se va a perder la captación de compradores potenciales, también se perdería la oportunidad de adquirir mejores proveedores, se va a continuar pagando alto costo por líneas arrendadas y se van a tener que contratar aún más de las que actualmente está rentando la empresa cementera (aproximadamente 30 más en cada sede)

A continuación se muestran los costos de seguir operando la red como lo está haciendo actualmente:

Costo de líneas arrendadas

$(600 \text{ Líneas arrendadas}) \times (300 \text{ USD}) = 180,000 \text{ USD mensuales}$

$(180,000) \times (12 \text{ meses}) = 2,160,000 \text{ USD anuales por las líneas arrendadas}$

más las que se pagarían por operar igual

$(510 \text{ líneas arrendadas extra}) \times (300 \text{ USD}) = 153,000 \text{ USD mensuales}$

$(153,000 \text{ USD}) \times (12 \text{ meses}) = 1,836,000 \text{ USD}$

**Total: 3,996,000 USD** al año por líneas arrendadas

Costo de servicios de E1's

$(28 \text{ E1's}) \times (\$ 1,500 \text{ USD}) = 42,000 \text{ USD mensuales}$

$(42,000) \times (12 \text{ meses}) = 504,000 \text{ USD anuales por servicios de E1's}$

Costo de mantenimiento de equipos que en 6 meses serán obsoletos porque ya no existen módulos de esos equipos y se perderá información y clientes por la fluidez de información que requiere la empresa

434,700 USD, que serán en un año 700,000 USD, por lo que significa perder a clientes, que es lo más importante para la empresa y proveedores

Costos	Beneficios
Líneas arrendadas 3,996,000 USD	Ganancias actuales Ganancia neta de venta de cemento anual de clientes nacionales 500,000 USD
costo de 510 líneas arrendadas 1,836,000 USD	Ganancia neta de venta de cemento anual de clientes Internacionales 750,000 USD
Enlaces E1's 504,000 USD	
Mantenimiento de equipos instalados 700,000 USD Incremento costo de mantenimiento de equipos instalados 265,000 USD	
<hr/>	<hr/>
Costos totales 7,271,000 USD	Beneficio total 1,250,000 USD

beneficio / costo  
 $(1,250,000 \text{ USD}) / (7,271,000 \text{ USD}) = 0.1719 \text{ USD}$

Es decir, que 0.1719 USD muestra que por cada dólar que la empresa gasta en servicios y mantenimiento de sus equipos instalados, ésta le remunera 0.1719 USD al año. Se puede observar que este resultado es bueno, pero se debe comparar con la segunda y tercera opción y elegir la que genera mayor cantidad de dinero en el menor tiempo.

Opción 2. Información de efectuar el proyecto (sin apearse a la metodología PMI)

De realizarse el proyecto sin conocimiento previo en Administración de proyectos, sólo se consideraría comprar router 3500 donde no existan equipos Cisco Catalyst 7206 para la entrada de servicios a cada sede.

De no apearse a la Ley de Adquisiciones y Arrendamientos el proveedor pondría sus condiciones como mejor le convenga, no dará garantía y existiría un alto riesgo de que no venda equipos que propuso, o que no los entregue en sitio, que no asuma su responsabilidad del equipo que vendió, que se niegue a dar cartas compromiso o de homologación. Otro riesgo que se corre es no cumplir con las normas de calidad para telecomunicaciones e instalen escalerilla que cause accidentes, o cableado que se pueda quemar en un futuro, que no exista una comunicación entre los integrantes del equipo en la secuencia de actividades a realizar, con lo que la implementación se alargaría más del tiempo propuesto,

incrementando el costo de proyecto, no se cumplirían los objetivos de alcance, tiempo, calidad y desempeño.

#### Costos

Líneas arrendadas  
3,996,000 USD

Enlaces E1's  
504,000 USD

Mantenimiento de equipos instalados  
700,000 USD

Adquisición de nuevos equipos router  
3500  
275,000 USD

Adquisición de materiales de calidad  
dudable que no cumple con estándares  
de calidad internacionales  
500,000 USD

Pérdida de tiempo y costo pagado por mano  
de obra injustificadamente por mala  
comunicación y por no tomar en cuenta  
tiempo de autorización de trámites  
y permisos  
350,000 USD

#### Beneficios

Ganancias que habría si se hace un mal  
proyecto  
Ganancia anual neta de venta de  
cemento a clientes nacionales  
700,000 USD

Ganancia neta anual de venta de  
cemento a clientes internacionales  
1,000,000 USD

---

costo total 6,325,000 USD

---

beneficio 1,700,000 USD

beneficio / costo =  $(1,700,000) / 6,325,000 = 0.268 \text{ USD}$

Comparando este resultado 0.268 USD, con el mostrado en la primera opción se observa que por el momento es la mejor elección para la empresa, pero se debe comparar con el análisis de la tercera opción y observar cuál es la que reembolsa mayor cantidad de dinero en el menor tiempo.

Se puede observar que aunque la empresa realice el proyecto sin un buen esquema como el PMI, no le conviene realizar el proyecto, pues perdería más que lo que invirtiera.

Para obtener el periodo de reembolso se tienen las siguientes cifras con un costo de capital del 10%.

Inversión inicial  
6,325,000 USD

#### Afluencia de capital

1er. Año	2do. Año	3er. Año	4to. Año	5to. año
1,700,000	1,900,000	1,940,000	1,970,000	2,100,000

Haciendo uso de la siguiente fórmula calcularemos el valor futuro

$$F_v = P_v(1+k)^n$$

Donde:

Fv = Valor futuro de la inversión

Pv = Valor presente

k = Costo del capital

n = Número de años

Se obtienen los siguientes resultados

1er. Año = 1,545,454.54 USD

2do. Año = 1,570,247.93 USD

3er. Año = 1,457,550 USD

4to. Año = 1,345,536.5 USD

5to. Año = 1,303,934.77 USD

5 Años para que se genere la inversión si se realiza el proyecto sin una metodología como la del PMI

De realizarse el proyecto sin una metodología éste comenzaría a generar ganancias hasta el quinto año, que es cuando se termina de pagar el costo total de la implementación. Se observa que para ese entonces se tendrían que actualizar equipos en el mejor de los casos o comprar, porque el periodo de vida útil de equipos de Telecomunicaciones es de 5 a 6 Años.

#### Opción 3. Costos del proyecto (haciéndolo por el PMI)

A continuación se muestra la lista de equipos a los que actualmente se brinda mantenimiento por los proveedores de equipos que para este son Cisco Systems y Nortel Networks. Estos precios incluyen mantenimiento en sitio, licencias de actualización de software de los siguientes equipos:

CORPORATIVO			
Descripción	Número de unidades	Precio unitario USD	Subtotal USD
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3550	9	1,400	12,600
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 4500	2	1,800	3,600
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 6500	1	3,500	3,500
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 7206	1	4,000	4,000
Equipo marca Nortel modelo Meridian opción 11C	1	1,000	1,000
<b>Total (USD)</b>			<b>24,700</b>

Seis Plantas de tres edificios			
Descripción	Número de unidades	Precio unitario USD	Subtotal USD
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3200	4	1,500	6,000

Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3550	66	1,400	92,400
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 4500	12	1,800	21,600
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 6500	6	3,500	21,000
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 7206	2	4,000	8,000
Equipo marca Nortel modelo Meridian opción 11C	6	1,000	6,000
<b>Total (USD)</b>			<b>155,000</b>

<b>Cuatro Plantas de dos edificios</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Número de unidades</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3200	3	1,500	4,500
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3550	44	1,400	61,600
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 4500	8	1,800	14,400
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 6500	4	3,500	14,000
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 7206	1	4,000	4,000
Equipo marca Nortel modelo Meridian opción 11C	4	1,000	4,000
<b>Total (USD)</b>			<b>102,500</b>

<b>Cuatro Sucursales de tres edificios</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Número de unidades</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3200	3	1,500	4,500
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3550	44	1,400	61,600
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 4500	8	1,800	14,400
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 6500	4	3,500	14,000
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 7206	1	4,000	4,000
Equipo marca Nortel modelo Meridian opción 11C	4	1,000	4,000
<b>Total (USD)</b>			<b>102,500</b>

<b>Dos Sucursales de dos edificios</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Número de unidades</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3200	2	1,500	3,000
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 3550	22	1,400	30,800
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 4500	4	1,800	7,200
Equipo marca Cisco modelo Catalyst 6500	2	3,500	7,000
Equipo marca Nortel modelo Meridian opción 11C	2	1,000	2,000
<b>Total (USD)</b>			<b>\$ 50,000</b>

Lo que da un monto total de **434,700 USD** de servicios de mantenimiento que se pagan anualmente de equipos instalados.

### **6.3.1 Costo de servicios pagados y mantenimiento a equipos con la red actual**

Como la empresa está trabajando actualmente con 600 líneas telefónicas arrendadas que se distribuyen en 17 sedes para uso de servicios de voz, de las que se pagan 300 USD mensualmente por línea comercial, éstas suman un elevado costo por las llamadas de larga distancia generadas. Este cálculo se muestra a continuación:

$$(600 \text{ Líneas telefónicas}) \times (300 \text{ USD}) = 180,000 \text{ USD mensuales}$$

La empresa renta servicios arrendados para datos y video 28 E1's, que se distribuyen en sus sedes (las 10 plantas y corporativo rentan 2 E1's cada una y las 6 sucursales rentan 1 E1, cada una); por cada E1 la empresa paga 1,500 USD. Lo suma

$$(28 \text{ E1's}) \times (1,500 \text{ USD}) = 42,000 \text{ USD mensuales}$$

Con lo que se obtiene un costo pagado anualmente por servicios:

$$(180,000) \times (12 \text{ meses}) = \mathbf{2,160,000 \text{ USD}} \text{ anuales por las líneas arrendadas}$$

$$(42,000) \times (12 \text{ meses}) = \mathbf{504,000 \text{ USD}} \text{ anuales por servicios de E1's}$$

Lo que da un costo total de todos los servicios que se paga anualmente de:

$$\mathbf{434,700 + 2,160,000 + 504,000 = 3,098,700 \text{ USD anualmente}}$$

### **6.3.2 Costo de servicios y adquisición de nuevos equipos que se pagarán con la implementación del proyecto**

En seguida se muestran los equipos a los que se les daría servicio de mantenimiento una vez que se haya cumplido el tiempo de garantía, que son 18 meses, a partir de la fecha en que la empresa cementera pagará al proveedor que le vendió el equipo marca Cisco Systems o Nortel Networks. Por ser equipos nuevos el costo de mantenimiento por cada uno será menor que el de los equipos instalados.

<b>Equipo por el que se pagará mantenimiento en el Corporativo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio USD</b>	<b>Precio en USD</b>
Switch LAN Cisco 3550	2	650	1,300
Passport 8600 Nortel Networks	1	3,500	3,500
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	1	1,500	1,500
Terminal H. 323 para por video IP	1	1,000	1,000
Gateway	1	750	750
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini	5	500	2,500
		<b>Total</b>	<b>10,550</b>

Para las Plantas de tres edificios (Guadalajara, Monterrey, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Veracruz) el costo de mantenimiento anual:

Equipo	Cantidad	Precio USD	Precio en USD
Switch LAN Cisco 3550	12	650	7,800
Passport 8600 Nortel Networks	6	3,500	21,000
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	6	1,500	9,000
Terminal H. 323 para por video IP	6	1,000	6,000
Gateway	6	750	4,500
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini	13	500	6,500
Router 7206 Cisco Catalyst	4	2,000	8,000
		<b>Total</b>	<b>62,800</b>

Para las Plantas de dos edificios (Chiapas, La Paz, San Luis Potosí y Morelia) el costo de mantenimiento anual:

Equipo	Cantidad	Precio USD	Precio en USD
Switch LAN Cisco 3550	8	650	5,200
Passport 8600 Nortel Networks	4	3,500	14,000
MCU (Unidad Multipunto de Conferencia)	4	1,500	6,000
Terminal H. 323 para por video IP	4	1,000	4,000
Gateway	4	750	3,000
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini	8	500	4,000
Router 7206 Cisco Catalyst	3	2,000	6,000
		<b>Total</b>	<b>42,200</b>

Para las sucursales de tres edificios (Iguala, Guaymas, Reynosa y Coahuila) el costo de mantenimiento:

Equipo	Cantidad	Precio USD	Precio en USD
Switch LAN Cisco 3550	4	650	2,600
Passport 8003 Nortel Networks	4	200	800
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini	8	500	4,000
Router 7206 Cisco Catalyst	3	2,000	6,000
		<b>Total</b>	<b>13,400</b>

Para las sucursales de dos edificios (Cd. Juárez y Mérida) el costo de mantenimiento:

Equipo	Cantidad	Precio USD	Precio en USD
Switch LAN Cisco 3550	2	650	1,300
Passport 8003 Nortel Networks	2	200	400
PBX Nortel Networks Meridian 11 C Mini	4	500	2,000
Router 7206 Cisco Catalyst	2	2,000	4,000
		<b>Total</b>	<b>7,700</b>

Lo que da un monto total de **136,650 USD** de servicios de mantenimiento que se pagarían anualmente de equipos a instalar.

### **6.3.3 Análisis de devolución de inversión del proyecto**

Con la implementación de la nueva red se van a reducir las líneas arrendadas contratadas a la mitad; es decir, sólo se contratarán 300 líneas telefónicas para todas las sedes, lo que da un costo por líneas arrendadas de:

$(300 \text{ Líneas telefónicas}) \times (300 \text{ USD}) = \mathbf{90,000 \text{ USD mensuales}}$ , dando un ahorro del 50% del costo pagado de 600 líneas arrendadas.

El costo que pagaría la empresa por servicios de 17 E1's con lo que en cada sede se contrataría 1 E1, sería de:

$(17 \text{ E1's}) \times (1,500 \text{ USD}) = \mathbf{25,500 \text{ USD mensuales}}$

El costo anual que pagaría la empresa por servicios arrendados es de:

$(90,000) \times (12 \text{ meses}) = \mathbf{1,080,000 \text{ USD anuales}}$  por líneas arrendadas

$(25,500) \times (12 \text{ meses}) = \mathbf{306,000 \text{ USD anuales}}$  por servicios de E1's

Estos costos suman:

$\mathbf{1,080,000 + 306,000 + 136,650 = \underline{1,522,650 \text{ USD al año}}}$

El costo que se pagará por la adquisición de nuevos equipos incluye:

Suministro, accesorios, UPS, capacitación y garantía de 18 meses en sitio; durante 18 meses la empresa cementera no se preocupará por pagar servicio de mantenimiento en equipo nuevo

Costo total pagado en la actualidad

Costo de mantenimiento y servicios de equipo instalado actualmente

**3,098,700 USD**

Costo de mantenimiento de que se pagaría por nuevos equipos, reduciendo costos de líneas arrendadas y enlaces E1's al año

**1,522,650 USD**

Costo total de la implementación de la red

**4,003,250.33 USD**

Con las fórmulas empleadas para obtener el periodo de reembolso se calculará el tiempo en que se recuperará el costo del proyecto.

La empresa cementera planea un proyecto de implementación de una red el cual cuesta 4,003,250.33 USD, considerando un costo de capital del 10%, mientras que la afluencia de capital estimado es el siguiente:

Retorno de inversión

$(\text{beneficio} / \text{costo}) = (2,900,000 \text{ USD} / 4,003,250.33 \text{ USD}) = 0.724$

Por cada dólar que invierte la empresa en la implementación de la red en un año, ésta le remunerará 0.724 USD

Observamos que esta es la mejor opción de realización de proyecto, ya que comparando el retorno de inversión con las primeras opciones:

<u>opción 1</u>	<u>opción 2</u>	<b><u>“opción 3”</u></b>
0.1719USD	0.268USD	<b>0.724USD</b>

Esta es la opción que se debe elegir porque tiene un mayor retorno de inversión, comparado con las otras dos expectativas de proyecto.

### Periodo de reembolso aplicando el proyecto

Inversión inicial 4,003,250.33 USD	Afluencia de capital esperado 1er año            2do año 2,900,000        2,915,000
---------------------------------------	---

Haciendo uso de la siguiente fórmula

$$F_v = P_v(1+k)^n$$

Se obtendrá el valor futuro para saber si se recuperará

En el 1er. año se generarían 2,636,363 USD  
En el 2do. año se generarían 2,409,090.9 USD

} 2 años para que se genere la inversión si se aplica la metodología del PMI

### Periodo de devolución aplicando el proyecto

Este calcula el periodo de tiempo que se necesita para obtener el flujo de caja positivo igual a la inversión total.

$$\text{Periodo de devolución} = \left[ \frac{\text{Costo} - \text{Valor asegurado}}{\text{Total de ingresos y/o reducción de costos}} \right] \times 12 \text{ meses}$$

Aplicando esta fórmula se obtiene:

$$\text{Periodo de devolución} = \left[ \frac{4,003,250.33 \text{ USD} - 400,000 \text{ USD}}{1,900,000 \text{ USD}} \right] \times 12 \text{ meses}$$

Periodo de devolución = 22.7 meses para comenzar a obtener flujo de caja positivo, aproximadamente 2 años.

En resumen el costo del proyecto se recuperará en el segundo año después de que se aplica la implementación.

Con estos valores calculados del tiempo que tardará el proyecto en rembolsar la cantidad de dinero que se invertirá para su realización, apoyándose en la metodología del PMI, se llega a la conclusión que es la mejor expectativa de realización de proyecto, pues se cumplen los objetivos de rendimiento técnico, de

costo, calidad y de programa, siendo esta la mejor oportunidad para evitar pagos de mantenimiento y servicios innecesarios. Con esta elección de proyecto se logrará una mejor posición competitiva en la industria cementera al proporcionar resultados mas rápidos hacia clientes y proveedores.

## ***CONCLUSIONES***



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.

## **Conclusiones**

Para efectuar proyectos exitosos de Telecomunicaciones es necesario considerar estos elementos:

- ✓ Elaborar una Planeación exitosa previa a realizar el proyecto.
- ✓ Conocer el entorno en que se desarrollan los proyectos de Telecomunicaciones (político, legal, estratégico, comercial y financiero)
- ✓ Considerar la misión y visión de la compañía que desarrolla los proyectos de Telecomunicaciones para determinar sus necesidades y verificar que los trabajos se realicen conforme a las normas y procedimientos establecidos para alcanzar los objetivos.
- ✓ Conocer la visión del área de Telecomunicaciones de la compañía.
- ✓ Conocer las necesidades y criterios de los clientes.
- ✓ Regirse por metodologías sólidas reconocidas internacionalmente como la desarrollada por el Instituto de Administración de Proyectos PMI®.
- ✓ Seguir un plan estructurado.
- ✓ Aprender de los errores de proyectos anteriores para no repetirlos.
- ✓ Comunicación permanente con todas las disciplinas que intervengan en los proyectos de la compañía.
- ✓ Ser autocrítico.

Es necesario que los estudiantes de Ingeniería conozcan la teoría de Administración de Proyectos pues es una metodología que define de manera ordenada cómo realizar los proyectos de Telecomunicaciones.

La tendencia a futuro es que los ingenieros de nuestro país no sólo se dediquen a dar soluciones de redes y sistemas de Telecomunicaciones como ocurre actualmente, sino también diseñen hardware para Telecomunicaciones, ya que contamos con el conocimiento e infraestructura para hacerlo y es un mercado que puede explotarse generando ganancias y así mitigar el retraso tecnológico actual. Sin embargo, la compleja normatividad, entornos legales y comerciales aplicados a las Telecomunicaciones, provocan que el entorno de nuestro país sea muy complejo.

Aplicando la metodología desarrollada por el Instituto de Administración de Proyectos PMI®, se satisfacen plenamente los requerimientos necesarios para efectuar Proyectos de Telecomunicaciones, complementándose de las siguientes herramientas:

- ✓ Conocimiento tecnológico
- ✓ Conocimiento del Mercado
- ✓ Conocimiento de la Planeación Estratégica
- ✓ Análisis FODA (Falsas Oportunidades de Amenazas)
- ✓ Conocer las fortalezas
- ✓ Conocer las oportunidades
- ✓ Conocer las debilidades
- ✓ Conocer las amenazas
- ✓ Uso y aplicación de herramientas informáticas

El objetivo por el que decidimos desarrollar este tema para nuestra Tesis fue porque en nuestro plantel no se imparten materias relacionadas con la Administración de Proyectos para las áreas de Electrónica y Comunicaciones; consideramos la importancia de contar con por menos información básica acerca de este tema, porque la mayoría de las grandes empresas de Telecomunicaciones, como Avantel, Alestra, Telmex, Pemex, etc., trabajan por proyectos o diseñan requerimientos. Como ingenieros no es suficiente con tener el conocimiento técnico, también requerimos, como hemos comentado en párrafos anteriores, conocer otros aspectos, como la parte de planeación, procesos y proyectos, entre otros.

Este documento servirá de referencia no sólo a los alumnos de la FES Aragón, sino también al personal docente e incluso Ingenieros que comiencen a desarrollarse en este campo.

El presente trabajo consolida información de varios textos, que de otra manera sería difícil consultar, por lo que representa un esfuerzo que permite en un solo volumen contar con información vasta del tema.

Este trabajo nos ha dejado grandes satisfacciones y enseñanzas, hemos cambiamos nuestra forma de ver la manera como se desarrollan los ingenieros en Telecomunicaciones en el campo laboral y la importancia que tienen en las comunicaciones en nuestro país, pues puede desempeñarse en la iniciativa privada o al servicio del Estado; antes de iniciar nuestra tesis creímos que el trabajo que desempeñan los ingenieros era el de soporte técnico para equipos de cómputo y redes, así como configurar y conectar switches, routers y conmutadores; ahora comprendemos que las Telecomunicaciones no sólo consisten en configurar y conectar equipos de datos, involucra distintos sistemas como Telefonía, Control de Acceso, Sistemas de Intercomunicación y Voceo, Comunicación vía satélite y enlaces de microondas, entre otros; es muy complejo explicar todos los aspectos que abarcan las Telecomunicaciones.

Sabemos que este documento es útil a quien lo necesite, como lo es para nosotros y esperamos que en un futuro no muy lejano sean impartidas materias de Administración de Proyectos en la FES Aragón.

## Bibliografía

*Cleland David I y Lewis R. Ireland. Manual portátil del administrador de proyectos,*  
McGraww Hill, 2000

*Estopier Bermúdez David, Administración de Proyectos, tomo II.*  
División de Educación Continua UNAM ENEP  
Aragón, 2002

*Guido Jack y Clements, Administración Exitosa de Proyectos.*  
International Thomson Editores, 1999, 408 P.

*Hofer Janis & Khoo Tony, Project Management Body of Knowledge (PMBOK) SENG 623 Rev. 0*  
Marzo de 2002, 45 P.

*Kaplan S. Robert y Norton P. David, Cuadro de Mando Integral.*  
Gestión 2000, 330 P.

*Kerzner Harold, Project Management A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling Seventh, Ed. John Wiley and Sons Inc. 2001*

*Libros Azules de la Unión Internacional de Telecomunicaciones "ITU"*

*Mc Querry Steve, Interconexión de dispositivos de Red Cisco.*  
Cisco Press 2000

*Nils-Goran Olve, Jan Roy, Magnu Wetter. El Cuadro de Mando Integral, Guía Práctica del Balanced Scorecard.*  
Gestión 2000, 376 P.

*Project Management Institute, Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide)*  
Edición 2000, Newton Square Pennsylvania, EUA.  
220 P.

*Stallings William, Comunicaciones y Redes de Computadoras, 6ª. Ed.*  
Prentice Hall, Madrid, 2000, 750 P.

*Stallings William, Data and Computer Communications.*  
McMillan Publishing Company, 2000

*Stallings William, High Speed Networks TCP/IP and ATM Design Principles.*  
Prentice Hall, 1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*Stallings William, ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM 4TH Ed.*

*Prentice Hall, 1995*

*Stallings William, Local and Metropolitan Area Networks 6TH Ed.*

*McMillan Publishing Company, 2000*

*Uyless Black Emerging Communications Technologies, 2ND Edition*

*Uyless Black, Tecnologías Emergentes para Redes de Computadoras 2ª. Ed.*

*Pearson Education 460 P.*

### **Tesis**

*Castrejón Rodríguez Jorge David, Administración de proyectos de Ingeniería Eléctrica y Tecnologías de la Información Facultad de Ingeniería UNAM, 1998*

*Flores Buendía Guillermo, Guía Práctica para la Administración de Proyectos.*

*UNAM Facultad de Química, 2002*

*Ríos Pasaye Carlos, Metodología para la Administración de Proyectos, una aproximación que funcione.*

*UNAM Facultad de Contaduría y Administración, 2001*

*Zavala Melgarejo Fernando, Administración de Proyectos de desarrollo tecnológico.*

*UNAM Facultad de Química, 1992*

### **Sitios de Internet**

[www.ingenieria.unam.mx](http://www.ingenieria.unam.mx)

[www.pmi.org](http://www.pmi.org)

[www.ganthead.com](http://www.ganthead.com)

[www.itu.int](http://www.itu.int)

[www.cofetel.gob.mx](http://www.cofetel.gob.mx)

[www.iec.org](http://www.iec.org)

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

[www.nortelnetworks.com](http://www.nortelnetworks.com)

[www.telmex.com](http://www.telmex.com)

[www.protocols.com](http://www.protocols.com)

[www.iso.org](http://www.iso.org)

<http://wwwam.hhi.de/mpeg-video/#MPEG> Video Group

[www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42609/Tema4/index.htm](http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42609/Tema4/index.htm)

<http://www.h323analyser.co.uk/>

# ***ANEXOS***



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Glosario

### Términos Empleados en Administración de Proyectos

#### A

**Acción Correctiva.** Cambios realizados para hacer que el desempeño futuro del proyecto se ajuste a lo planeado.

**Actividad Crítica.** Cualquier acción cuyo resultado es fundamental para mantener o modificar el alcance del proyecto. Comúnmente se determina utilizando el método de la ruta crítica. Aunque algunas actividades son "críticas"

**Actividad Ficticia.** Actividad de duración nula que se usa para mostrar una relación lógica en el método de diagramación con flechas. Las actividades ficticias son empleadas cuando las relaciones lógicas no pueden ser descritas de manera correcta usando flechas de actividad comunes. Las relaciones ficticias se muestran gráficamente como líneas punteadas con cabeza de flecha.

**Actividad.** Trabajo desarrollado durante el curso de un proyecto. Una actividad normalmente tiene una duración esperada, un costo estimado y requerimientos esperados de recursos. Las actividades generalmente se subdividen en tareas.

**Administración de Calidad del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto va a satisfacer las necesidades para las cuales fue creado. Y consiste de planeación de la calidad, su aseguramiento y control.

**Administración Total de Calidad (TQM).** Una aproximación común para implementar un programa de mejoramiento de la calidad dentro de una organización.

**Administración de Costos del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se termina dentro del presupuesto aprobado. Ésta consiste de planeación de recursos, estimación de costos, su presupuestación y control.

**Administración de la Integración del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que los elementos del proyecto están adecuadamente coordinados. Y consiste de desarrollo del plan del proyecto, ejecución del plan de proyecto y control de cambios general.

**Administración de la Adquisición del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios fuera de la organización ejecutora. Y consiste de planeación de la procuración,

planeación de la solicitud, solicitud, selección de fuentes, administración del contrato y cierre de contrato.

**Administración de las Comunicaciones del Proyecto.** Es un área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar la reunión y diseminación adecuada de la información del proyecto. Esta consiste de planeación de las comunicaciones, distribución de la información, reportes de desempeño y cierre administrativo.

**Administración de Proyectos Moderna (MPM).** Es un término que se utiliza para distinguir el rango amplio del alcance corriente de la administración de proyectos (alcance, costo, tiempo, calidad, riesgo, etc.) de uso más estrecho tradicional que se enfocaba sólo en costos y tiempo.

**Administración de Proyectos.** Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto, de manera que se cumplan o excedan las necesidades y expectativas que los *stakeholder* interesados tengan en el proyecto.

**Administración de Riesgo del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos concernientes a identificar, analizar y responder al riesgo del proyecto. Y consiste de identificación de riesgo, cuantificación de riesgo, desarrollo de respuesta al riesgo y control de respuesta al riesgo.

**Administración del Alcance del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido para terminar el proyecto de manera exitosa. Consiste de iniciación, planeación del alcance, definición del alcance, verificación del alcance y control de cambios al alcance.

**Administración del Contrato.** Es la administración de la relación con el vendedor o proveedores.

**Administración de los Recursos Humanos del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para hacer el empleo más efectivo de las personas involucradas en el proyecto. Y consiste de planeación organizacional, adquisición de staff y desarrollo del equipo.

**Administración del Tiempo del Proyecto.** Área de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para una terminación oportuna del proyecto. Consiste de definición de actividades, secuencia de actividades, estimación de duración de actividades, desarrollo de la programación y control de la programación.

## **Administrador de Línea.**

- Es el administrador de cualquier grupo que realmente hace un producto o ejecuta un servicio.
- Es un administrador funcional.

**Administrador de Proyecto (PM).** Profesional responsable de la administración del proyecto.

**Administrador de Proyectos Profesional (PMP).** Es un individuo certificado como tal por el Project Management Institute.

**Administrador Funcional.** Administrador responsable por actividades de un departamento especializado o función (ej., ingeniería, manufactura, mercadeo)

**Adquisición de Staff.** Consiste en reunir los recursos humanos necesarios para asignarlos al proyecto.

**Alcance.** Suma de productos y servicios que serán proveídos por el proyecto.

**Alcance del producto.** Características y funciones de un producto o servicio.

**Alcance del Proyecto.** Labor que debe realizarse para entregar un producto con características y funciones especificadas.

**Análisis Cualitativo de Riesgos.** Relación de un análisis no numérico de riesgos y condiciones para asignar prioridades al efecto que tendrán sobre los objetivos del proyecto. Conlleva la evaluación de las probabilidades y el impacto del riesgo o de los riesgos del proyecto y el empleo de métodos, la matriz de probabilidades e impacto. Por ejemplo, para clasificar los riesgos como altos, moderados y bajos con objeto de realizar una planificación de la respuesta con prioridades.

**Análisis Cuantitativo de Riesgos.** Medición de las probabilidades y consecuencias de los riesgos y el cálculo de sus implicaciones para los objetivos del proyecto. Los riesgos se caracterizan por las distribuciones de probabilidades de los resultados posibles. Este proceso utiliza técnicas cuantitativas como la simulación y el análisis de árbol de decisiones.

**Análisis de Red.** Es el proceso de identificar las fechas tempranas y tardías de comienzo y terminación para las porciones sin terminar de las actividades de proyecto. Para lo cual se sugiere se vea también el Método de Ruta Crítica, Técnica de Revisión y Técnica de Revisión y Evaluación Gráfica.

**Análisis Monte Carlo.** Técnica de evaluación del riesgo de la programación que ejecuta una simulación del proyecto muchas veces de manera que se pueda calcular una distribución de los resultados más probables.

**Área de Aplicación.** Categoría de proyectos que tienen elementos en común que no están presentes en todos los proyectos. Las áreas de aplicación están usualmente definidas en términos del producto del proyecto (ej., por tecnologías similares o sectores de industria) o por el tipo de cliente (por ej., interno vs. externo, gubernamental o privado). Las áreas de aplicación muchas veces se traslapan.

**Asignación para Contingencias.** Asignación preventiva para contrarrestar o atenuar el impacto.

## B

**Búsqueda de proveedores.** Obtener cotizaciones, licitaciones, ofertas o propuestas de equipos de Telecomunicaciones, eléctrico o para IPC para elegir al proveedor que se adapte a las necesidades del proyecto.

## C

**Cambio al Alcance.** Es cualquier cambio al alcance del proyecto. Un cambio en el alcance casi siempre requiere un ajuste en el costo y programación del proyecto.

**Charter del Proyecto (Carta del proyecto).** Documento emitido por la alta administración (ejecutivos Senior) y provee al jefe de proyecto con la autoridad de aplicar recursos de la organización a las actividades del proyecto.

**Ciclo de Vida del Proyecto.** Son las fases de proyecto generalmente secuenciales cuyos nombres y números están determinadas por las necesidades de control de organización u organizaciones involucradas en el proyecto.

**Cierre Administrativo.** Generar, recoger y diseminar la información del proyecto para formalizar la terminación de éste.

**Cierre de Contrato.** Terminación y negociación del contrato, incluyendo la resolución de todos los ítems sin resolver.

**Contrato de Costos más Honorarios de Incentivo (CPIF).** Tipo de contrato donde el comprador paga al vendedor por los gastos autorizados y el vendedor obtiene su ganancia si se cumplen criterios de desempeño

**Contrato de Costos más Honorarios Fijos (CPFF).** Tipo de contrato donde el comprador paga al vendedor por los gastos autorizados más una cantidad fija de ganancia (honorarios)

**Contrato de Honorarios Incentivos de Precio Fijo (FPIF).** Acuerdo donde el comprador paga al vendedor una suma fija (definida en el contrato) y el vendedor

puede obtener una suma adicional si cumple con determinados criterios de desempeño.

**Contrato de Precio Fijo Firme (FFP).** Donde el comprador paga al vendedor una suma fija (definida en el contrato) independientemente del costo del vendedor.

**Contrato.** Acuerdo mutuo que liga y obliga al vendedor a proveer el producto especificado y obliga al comprador a pagar por él.

Los contratos generalmente caen en una de tres categorías principales:

- Contratos de costos reembolsables; esta categoría de contratos involucra pagos (reembolsos) al contratista por sus costos reales. Los costos usualmente se clasifican como costos directos (causados directamente por el proyecto, tales como salarios de miembros del equipo de proyecto) y costos indirectos (asignados al proyecto por la organización ejecutora como costos de funcionamiento, tales como salarios para ejecutivos corporativos). Los costos indirectos se calculan generalmente como un porcentaje de los costos directos. Los contratos de costos reembolsables muchas veces incluyen incentivos por cumplir o exceder objetivos selectos del proyecto, tales como metas de programación o costos totales.
- Contratos de precios unitarios. Al contratista se le paga una cantidad predeterminada por unidad de servicio (ej., \$70 por hora de servicios profesionales o \$1.08 por yarda cúbica de tierra removida) y el valor total del contrato es función de las cantidades que se necesitan para terminar el trabajo.
- Contratos de suma global o precio fijo. Esta categoría de contratos involucra un precio total fijo para un producto bien definido. Los contratos de precio fijo pueden incluir también incentivos para cumplir o exceder objetivos selectos del proyecto, tales como metas de programación.

### **Control de Calidad (QC).**

- Es el proceso de monitorear resultados específicos del proyecto para determinar si éstos cumplen los estándares relevantes de calidad e identificar maneras de eliminar causantes de desempeño no satisfactorios.
- Es la unidad organizacional a la que se le asigna la responsabilidad por el control de la calidad.

**Control de Cambio del Alcance.** Control de cambios al alcance del proyecto.

**Control de Cambios General.** Coordina cambios a través de todo el proyecto.

**Control de Costos.** Es controlar cambios en el presupuesto del proyecto.

**Control de Programación.** Controlar cambios en la programación del proyecto.

**Control de Respuesta al Riesgo.** Respuesta a cambios en los riesgos sobre la vida del proyecto.

**Control.** Proceso de comparar el rendimiento real con el planeado, analizar varianzas, evaluar posibles alternativas y tomar la acción correctiva apropiada en la medida que se necesite.

**Costo del Ciclo de Vida.** Concepto de incluir los costos de adquisición, operación y eliminación cuando se evalúan varias alternativas.

**Costo Presupuestado del Trabajo Realizado (BCWP).** Suma de los estimados presupuestales aprobados (incluyendo cualquier provisión para los costos administrativos) para actividades (o porciones de actividades) programadas para ser ejecutadas durante un periodo dado (usualmente el proyecto-hasta-la fecha)

**Cuantificación de Riesgo.** Evaluar la probabilidad de la ocurrencia de eventos de riesgo y sus efectos.

**Cuerpo de Conocimientos de la Administración de Proyectos (PMBOK).** Descripción de la suma de conocimientos dentro de la profesión de la administración de proyectos. El PMBOK incluye prácticas tradicionales probadas que son de uso generalizado, así como prácticas innovadoras y avanzadas que han visto un uso más limitado.

## D

**Declaración de Trabajo (SOW).** Descripción narrativa de los productos o servicios que se proveerán bajo contrato.

**Definición de Actividad.** Identificar las actividades específicas que deben ser ejecutadas en orden para poder producir las entregas del proyecto.

**Definición del Alcance.** Descomponer las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables, para poder proveer mejor control.

**Desarrollo de Equipo.** Habilidades de grupo o individuales para el mejoramiento del desempeño del proyecto.

**Desarrollo de la Programación.** Consiste en analizar la secuencia de actividades, su duración y los requerimientos de recursos para crear la programación del proyecto.

**Desarrollo de Respuesta al Riesgo.** Consiste en definir los pasos de mejoramiento para oportunidades y los pasos de mitigación para las amenazas.

**Desarrollo del Plan de Proyecto.** Ocupar los resultados de los otros procesos de planeación y colocarlos en un solo documento, consistente y coherente.

**Descripción de Actividad (DA).** Es una frase corta o etiqueta que se utiliza en un diagrama de red de proyecto. La descripción de actividad normalmente describe el alcance del trabajo de la actividad.

**Diagrama de Gantt o de barras.** Representación gráfica de la información relacionada con la planeación. En un diagrama de barras típico las actividades y otros elementos del proyecto se enumeran de manera descendente en el lado izquierdo del diagrama, las fechas aparecen a lo largo de la parte superior y la duración de las actividades se muestran como barras horizontales colocadas por fecha.

**Diagrama de Pareto.** Histograma ordenado por frecuencia de ocurrencia, que muestra cuántos resultados fueron generados por cada causa identificable.

**Diagrama de Red del Proyecto.** Cualquier representación esquemática de las relaciones lógicas de las actividades del proyecto.

**Diagrama PERT.** Es un tipo específico de diagrama de red de proyecto.

## E

**Entregables del proyecto.** Todo producto, resultado o elemento medible, tangible y verificable que deba entregarse para finalizar un proyecto o una parte de él. Con frecuencia es utilizado este concepto para hacer referencia a un producto entregable externo; es decir, algo que está sujeto a la aprobación del patrocinador o del cliente del proyecto.

**Equipo Administrativo de Proyectos.** Miembros del equipo de proyecto que están directamente involucrados en las actividades de la administración de proyectos. En proyectos más pequeños, el equipo administrativo de proyectos puede virtualmente incluir a todos los miembros del equipo de proyecto.

**Esfuerzo.** Número de unidades de trabajo requeridas para completar una actividad u otro elemento de proyecto. Usualmente se expresa en horas de staff, días de staff o semanas de staff. No se debe confundir con duración.

**Estimación Paramétrica.** Técnica de estimación que emplea relaciones estadísticas entre datos históricos y otras variables (ej., metros cuadrados en construcción, líneas de código en desarrollo de software) para calcular un estimado.

**Estimado al Término (EAC).** Costo total esperado de una actividad, o grupo de actividades, o del proyecto cuando el alcance definido ha sido completado. La

mayoría de técnicas para pronosticar el EAC incluye algún ajuste del costo original estimado, basado en el desempeño del proyecto a la fecha. También se conoce como "estimación al completar". Mostrado a veces como  $EAC = \text{Reales-a-la-fecha} + ETC$ . Véase también valor ganado y estimado para completar.

**Estimado de Costo "Comercial".** Estimado del costo de un producto o servicio que se usa para evaluar lo razonable del costo propuesto de un contratista posible.

**Estimado Para Completar (ETC).** Costo adicional esperado necesario para completar una actividad, grupo de actividades o el proyecto. La mayoría de técnicas para pronosticar el ETC incluye algún ajuste del estimado original basado en el desempeño del proyecto a la fecha. También es llamado "estimación para completar".

**Estimado.** Evaluación del resultado cuantitativo probable. Usualmente se aplica a los costos y duraciones del proyecto y siempre deberá incluir algún indicador de precisión (ej.,  $\pm$  porcentaje). Se emplea con algún modificador (ej., preliminar, conceptual, factibilidad). Algunas áreas de aplicación tienen modificadores específicos que implican un rango de precisión particular (ej., estimado de orden de magnitud, estimado presupuestal y estimados definitivos en proyectos de ingeniería y construcción).

**Estructura de Desglose de Trabajo (WBS).** Agrupación orientada por entregas de los elementos de proyecto que organiza y define el alcance total del proyecto. Cada categoría descendiente representa un grado mayor de detalle y definición de los componentes del proyecto, Los componentes del proyecto pueden ser productos o servicios.

**Estructura de Desglose Organizacional (OBS).** Representación de la organización del proyecto, de manera tal que relaciona los paquetes de trabajo con las unidades organizacionales.

**Evento de Riesgo.** Ocurrencia discreta que puede afectar el proyecto para mejorar o empeorar.

## F

**Fases del Proyecto.** Conjunto de actividades relacionadas de manera lógica, que usualmente culminan en la terminación de una entrega principal.

**Fecha de Comienzo Meta (TS).** Donde se planea el comienzo (meta) del trabajo de una actividad.

**Fecha de Corte.** Cuando se realiza un análisis de actividades para verificar el avance a la fecha costo y recursos gastados.

**Fecha de Terminación.** Punto en el tiempo asociado con la terminación de una actividad. Generalmente se califica con una de las siguientes: real, planeado, programado, temprano, tardío, línea de base, meta o corriente.

**Fecha Programada de Comienzo (SS).** Punto en el tiempo en el que se programó el comienzo del trabajo de una actividad. La fecha programada de comienzo está normalmente entre el rango de fechas delimitadas por la fecha de comienzo temprana y la de comienzo tardía (también se le denomina fecha planeada de comienzo)

## G

**Gráfica de Barras.** Representación gráfica de información relacionada con la programación. En su forma típica, las actividades u otros elementos del proyecto se listan hacia abajo en el lado izquierdo de la gráfica, las fechas se muestran en la parte superior y las duraciones de las actividades se muestran como barras sujetas al tiempo. También se conoce como gráfica de Gantt.

## H

**Hitos o Mojones.** Es un evento significativo en el proyecto, generalmente la terminación de una entrega principal del proyecto.

**Holgura.** Modificación de una relación lógica que ordena una demora en la tarea sucesora. Por ejemplo, en una dependencia de tipo fin-a-comienzo que tiene una holgura de 10 días, la actividad sucesora no puede comenzar hasta después de 10 días de terminada la predecesora.

## I

**Identificación de Riesgo.** Determinar qué eventos de riesgo pueden probablemente afectar el proyecto.

**Invitación a Licitación (IFB).** Generalmente, este término equivale a una solicitud de propuestas. Sin embargo, en algunas áreas de aplicación puede tener un significado más estrecho o específico.

## L

**Lead.** Modificación de una relación lógica que permite la aceleración de la tarea sucesora. Por ejemplo, en una dependencia de tipo fin-a-comienzo con un lead de 10 días, la sucesora puede comenzar 10 días antes de que la predecesora haya terminado.

**Línea Base.** El plan original (para un proyecto, para un paquete de trabajo, o una actividad), mas o menos los cambios autorizados. Generalmente se usa con un modificador (ej., línea de base de costos, línea de base de programación, línea de base para la medición del desempeño)

**Listas de verificación (Checklist).** Lista de los posibles riesgos que pueden producirse en un proyecto. Se utilizan como herramientas en el *proceso de identificación de riesgos*.

Las listas de verificación son amplias e incluyen los distintos tipos de riesgos que se han encontrado en proyectos anteriores.

## M

**Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM) o Matriz de Responsabilidades.** Estructura que relaciona la estructura organizativa a la estructura de desglose de trabajo para ayudar a asegurar que cada elemento de trabajo del alcance del proyecto sea asignado a un individuo responsable.

**Método de Diagramación de Flechas.** Técnica de diagramación de redes en la cual las actividades se representan con flechas. Las actividades están conectadas en puntos llamados nodos (usualmente se representan como pequeños círculos) para ilustrar la secuencia en la que se espera se desarrollen las actividades.

**Método de Diagramación de Precedencias (PDM).** Técnica de diagramación de redes en la que las actividades se representan con cajas (o nodos). Las actividades están ligadas por medio de relaciones de precedencia para mostrar la secuencia en las que las actividades deberán ser ejecutadas.

**Método de la Ruta Crítica (CPM).** Técnica de análisis de red usada para predecir la duración del proyecto al analizar qué secuencia de actividades (qué ruta) tiene la menor cantidad de flexibilidad de programación. Las fechas tempranas se calculan por medio de un paso hacia delante usando una fecha especificada de comienzo. Las fechas tardías se calculan por medio de un paso hacia atrás comenzando desde una fecha especificada de terminación (usualmente la fecha temprana de terminación del proyecto calculado por el paso hacia adelante).

**Milestone.** Evento significativo en los proyectos, generalmente al término de un entregable mayor.

**Mitigación.** Tomar pasos para la reducción del riesgo al disminuir la probabilidad de ocurrencia de un evento de riesgo o al reducir sus efectos si llegara a ocurrir.

**Monitoreo.** Captura, análisis y reporte del desempeño del proyecto, usualmente se compara contra el plan.

## N

**Nivel de esfuerzo.** Actividad de tipo auxiliar (ej., contactos con proveedores o el cliente) que no se presta fácilmente a una medición de logro discreto. Generalmente se caracteriza por tener un ritmo uniforme de actividad a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

**Nodo.** Uno de los puntos que definen una red; punto de confluencia unido a algunas de las demás líneas de dependencia o a todas.

## P

**Paquete de Trabajo.** Entrega al nivel más bajo de la estructura de desglose de trabajo. Un paquete de trabajo se puede dividir en actividades.

**Plan del Proyecto.** Documento formal, aprobado y utilizado para guiar tanto la ejecución como el control del proyecto. Los usos primarios del plan de proyecto son documentar las suposiciones de la planeación y toma de decisiones, de facilitar la comunicación entre los Stakeholder interesados del proyecto, y de documentar los cambios aprobados a la línea de base del alcance, costos y programación. Un plan de proyecto puede ser detallado o sencillo.

**Planeación de la Calidad.** Identificar qué estándares de calidad son relevantes al proyecto y determinar cómo satisfacerlos.

**Planeación de Recursos.** Determinar qué recursos (personas, equipo, materiales) son necesarios y en qué cantidad para ejecutar las actividades del proyecto.

**Planeación del Alcance.** Desarrollo de una declaración escrita del alcance que incluye la justificación del proyecto, las entregas principales y los objetivos del proyecto.

**Planeación del Proyecto.** Desarrollo y mantenimiento del plan de proyecto.

**Planeación estratégica.** Proceso continuo, flexible e integral que genera una capacidad de dirección. Capacidad que da a los directivos la posibilidad de definir la evolución que debe seguir su organización para aprovechar, en función de su situación interna, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno. Acontece cuando existe la necesidad de crear un proyecto y para lograrlo se tiene una visión que surge a partir de un sueño, una misión para cumplir los objetivos planeados que se deben lograr para cumplir las metas propuestas. Se analizan los

objetivos, metas y estrategias a seguir en el ciclo de vida para satisfacer sus objetivos de costos, programa y rendimiento técnico.

**Planeación Organizacional.** Proceso de identificar, documentar y asignar roles en el proyecto, responsabilidades y relaciones de reporte.

**Planeación para Contingencias.** Desarrollo de un plan administrativo que identifica estrategias alternativas para usarlas de manera que se asegure el éxito del proyecto sin que un riesgo específico llegue a ocurrir.

**Porcentaje Ejecutado o Terminado (PC).** Un estimado, expresado como un porcentaje de la cantidad de trabajo que ha sido de completado en un grupo de actividades.

**Presupuestación de Costos.** Es la asignación de los costos estimados a los componentes individuales del proyecto.

**Programa.** Grupo de proyectos relacionados administrados de manera coordinada. Los programas usualmente incluyen un elemento de actividad en la ejecución.

**Programación del Proyecto.** Fechas planeadas para la ejecución de actividades y las fechas planeadas para el cumplimiento de hitos.

**Programación Limitada por Recursos.** Programación de proyecto cuyas fechas de inicio y terminación reflejan la disponibilidad esperada de recursos. La programación final siempre deberá ser limitada por recursos.

**Proyecto.** Esfuerzo temporal emprendido para crear un servicio o producto único.

## R

**Reportes de Desempeño.** Reunir y diseminar información sobre el desempeño del proyecto para ayudar a asegurar su progreso.

**Reserva Administrativa.** Cantidad planeada por separado que se utiliza para situaciones futuras que son imposibles de predecir (en ocasiones llamadas "desconocido conocido")

Las reservas administrativas pueden incluir los costos o la programación. Tienen como intención reducir el riesgo de objetivos de costos o de programación faltantes.

El uso de las reservas administrativas requiere un cambio a la línea de base de costos del proyecto.

**Reserva para Contingencias.** Cantidad separada planeada empleada para abastecimiento de situaciones futuras que puede ser sólo parcialmente planeada. Por ejemplo, rehacer el trabajo es seguro, la cantidad que hay que rehacer no lo es. Las reservas de contingencia pueden involucrar costo, programación o ambas. La intención de las reservas para contingencias es reducir el impacto de objetivos de costo o programación faltantes. Las reservas para contingencias normalmente se incluyen en las líneas de costo y programación del proyecto.

**Reserva.** Cantidad económica como provisión en el plan de proyecto para mitigar riesgo de costo y/o programación. Muchas veces es usada con un modificador (ej., reserva administrativa, reserva de contingencia) para proveer más detalle sobre qué tipo de riesgo es el que se desea mitigar. El significado específico del término modificador varía de acuerdo con el área de aplicación.

**Retención.** Porción de los pagos de un contrato que se retiene hasta la terminación del contrato para asegurar el cumplimiento a cabalidad de los términos contractuales.

**Ruta Crítica.** Actividades que determinan la conclusión temprana del proyecto. La ruta crítica generalmente cambiará de tiempo en tiempo a medida que las actividades se terminan antes o después de lo programado. Aunque normalmente se calcula para todo el proyecto, la ruta crítica también se puede determinar para un mojón, hito o subproyecto.

**Ruta o Camino.** Serie de actividades secuenciales conectadas un diagrama de red de proyecto.

## S

**Software de Administración de Proyectos.** Categoría de aplicaciones para computadoras diseñados especialmente para asistir con la planeación y control de la programación y costos de los proyectos; algunos de éstos son: Project y Primavera.

**Solicitud.** Obtener cotizaciones, propuestas, ofertas o licitaciones como sea apropiado.

**Solicitud de Cotización (RFQ).** Generalmente este término es equivalente a solicitud de propuesta. Sin embargo en algunas áreas de aplicación puede tener un significado más estrecho o específico.

**Solicitud de Propuesta (RFP).** Es un tipo de documento de licitación empleado para solicitar propuestas de posibles vendedores de productos o servicios.

**Stakeholders.** Individuos y organizaciones involucrados y pueden influir en las actividades del proyecto.

## T

**Tablas de Control.** Las gráficas de control son una muestra gráfica de resultados a través del tiempo y con respecto a límites de control establecidos de un proceso. Estas se utilizan para determinar si el proceso está "bajo control" o necesita algún ajuste.

**Tabla de Cuentas.** Cualquier sistema numérico que se usa para controlar los costos por categoría (ej., mano de obra, materiales, abastecimientos). El gráfico de cuentas del proyecto generalmente está basado en el gráfico de cuentas corporativo de la entidad ejecutora primaria.

**Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT).** Técnica de análisis de red orientada hacia eventos usada para estimar la duración del proyecto cuando existe un alto grado de incertidumbre dentro de los estimados individuales de las duraciones de las actividades. PERT aplica el método de la ruta crítica a un estimado de duración ponderado promedio.

**Técnica de Revisión y Evaluación Gráfica (GERT).** Análisis de red que permite el tratamiento condicional y probabilística de las relaciones lógicas.

## U

**Unidad Calendario.** Más pequeña unidad de tiempo empleada al programar el proyecto. Las unidades calendario generalmente son en horas, días o semanas, pero también se pueden dar en jornales o inclusive en minutos. Se usan generalmente en relación con software de administración de proyectos.

## V

**Valor Ganado o Devengado (EV).** (1) Método para la medición del desempeño del proyecto. Compara la cantidad de trabajo planeada con la cantidad realmente realizada para determinar si el desempeño de costos y programación es el planeado.

(2) Costo presupuestado de trabajo realizado para una actividad o grupo de actividades.

**Valor Monetario Esperado.** Producto de la probabilidad de ocurrencia de un evento y la pérdida o ganancia que ocurrirá. Por ejemplo, si existe una probabilidad del 50 por ciento que lloverá y que la lluvia resultará en una pérdida de \$100, el valor monetario esperado del evento de lluvia será de \$50 ( $0.5 \times \$100$ ).

**Varianza de Costo (CV).** (1) Cualquier diferencia entre el costo estimado de una actividad y el costo real de esa actividad. (2) En valor ganado, el BCWP menos el ACWP.

**Varianza de Programación (SV).** (1) Cualquier diferencia entre la terminación programada de una actividad y la terminación real de esa actividad. (2) En valor ganado, es el BCWP menos el BCWS.

**Verificación del Alcance.** Asegurar que todas las entregas identificadas del proyecto han sido terminadas de manera satisfactoria.

## W

**Workaround.** Respuesta a un evento negativo de riesgo. Se debe distinguir del plan de contingencia en que un workaround no es planeado en anticipación de la ocurrencia del evento de riesgo.

## Términos utilizados en Telecomunicaciones

### A

**Acceso inalámbrico.** El servicio de enlace radioeléctrico bidireccional entre una red pública de telecomunicaciones y el usuario para la transmisión de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonido o información de cualquier naturaleza. Cada servicio de telecomunicaciones que se preste al usuario final se sujetará a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables.

**ADSL.** Módem que utiliza un avanzado sistema de codificación que permite transmitir por medio de cableado de cobre de telefonía tradicional a velocidades superiores a 6 Mbps en distancias entre 2.7 km (9,000 pies) y 3.6 km (12,000 pies)

**Ancho de banda.** Es la capacidad de transmitir por un medio de transmisión. Generalmente se refiere a la cantidad de datos que se transmiten.

**Ancho de banda necesario para una emisión.** Para cierta clase de emisiones el ancho de la banda de frecuencia que es apenas suficiente para garantizar la transmisión de información a la velocidad y con la calidad requeridas bajo condiciones específicas.

**Aplicación Cliente / Servidor.** Software o aplicación almacenado en un servidor desde el que pueden acceder estaciones de trabajo, haciendo que su mantenimiento y protección sea más fácil.

**ASCII.** Siglas en Inglés de *American Standard Code for Informations Interchange – Estándar de Estados Unidos del Código para Intercambio de Información.*

Estándar mundial para el código de los números usados por la computadora para representar las mayúsculas y minúsculas de las letras, números, puntuación, etc., latinas. Existen 128 códigos del estándar ASCII que pueden ser representados cada uno por un número binario de siete dígitos: 0000000 hasta el 1111111.

**ATM (Modo de Transferencia Asíncrono).** Estándar internacional para la distribución de celdas en el que múltiples tipos de servicio (como voz, video o datos) son transportados en celdas de longitud fija (53 bytes).

Las celdas de longitud fija permiten que puedan procesarse las celdas en el hardware, reduciendo los retrasos de tránsito. ATM está diseñado para aprovecharse de las ventajas de los medios de transmisión de alta velocidad como: E3, SONET y T3.

## B

**Backbone.** Componente principal de la topología de red, el más básico y predominante. Se utiliza para unir diversas redes en un mismo edificio; en diferentes edificios, en entornos de campus o en áreas extensas. Los componentes principales manejan el tráfico interno de la red. Si las redes que se unen al componente principal son redes departamentales, entonces el componente principal manejará el tráfico interno entre dichos departamentos.

**Baudio.** En el uso común el "baud rate" de un módem es la cantidad de bits que puede enviar y recibir en un segundo. Técnicamente, un baudio es el número de veces por segundo que el carrier (portadora) cambia de valor; por ejemplo, un módem de 1200 bits por segundo corre normalmente a 300 baudios, pero éste mueve 4 bits por baudio ( $4 \times 300 = 1200$  bits por segundo)

**Bit (Dígito Binario).** Un solo dígito o número en base-2; en otras palabras, es o un 1 o un cero. La unidad más pequeña de almacenamiento de datos en un sistema computarizado. El ancho de banda (*Bandwith*) es comúnmente medido en bits por segundo.

**BPS (Bits por segundo).** Medida de velocidad de transmisión de datos de un lugar a otro. Un módem de 28.8 puede transferir 28,800 bits por segundo.

**Byte.** Conjunto de bits que representan un solo carácter. Comúnmente son 8 bits en un byte, dependiendo de cómo se está realizando la medición.

**Banda ancha.** Tiene muchos significados, pero generalmente se refiere a las conexiones que admiten velocidades de 45 Mbps (DS-3) o mayores (34 Mbps para E-3), o un servicio o sistema que requiere canales de transmisión que sean capaces de incorporar velocidades mayores que la velocidad primaria (1.544Mbps) de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

**Banda base.** Método de transmisión en el cual las pulsaciones de corriente directa se aplican directamente en el cable para transmitir señales digitales. La señal discreta consiste en pulsaciones de alto o bajo voltaje que representan unos o ceros binarios o que tienen la información binaria en un formato codificado.

Una red de banda base generalmente se limita a un área local. Ethernet es una red de banda base compartida en la cual muchas estaciones transmiten señales, pero una a la vez.

## C

**Calidad de servicio.** Nivel de servicio requerido por una aplicación generalmente descrito en una red por la demora, ancho de banda y fluctuación.

**Canal.** Trayecto de comunicación entre dos o más dispositivos. En un sistema de computación, un canal proporciona una interfase de entrada / salida entre el procesador y algún tipo de dispositivo periférico.

**Canales multiplexados por división de frecuencia.** Las señales de diversas fuentes se transmiten por un solo cable al modular cada señal en una portadora en diferentes frecuencias.

**Canales multiplexados por división de tiempo.** Las señales de diversas fuentes tales como teléfonos y computadoras se fusionan en un solo flujo de datos, separados por intervalos de tiempo.

**Circuito.** Un circuito en telecomunicaciones es un enlace entre dos dispositivos. Una llamada telefónica de voz es un circuito dedicado entre dos personas.

Los circuitos virtuales son comunes en las redes WAN y en las redes internas que utilizan componentes principales ATM. Básicamente, los sistemas finales perciben al circuito virtual como un cable dedicado que transmite información a través de un sistema de comunicación. Sin embargo, el sistema de comunicación subyacente puede ser conmutado por paquetes, tramas o células. La red subyacente puede ser una red interconectada en la cual se pueda crear un trayecto dedicado a través de la red. Este trayecto vendría a ser un circuito.

**Circuito virtual.** Un enlace de comunicaciones, voz o datos que al usuario le parece ser un circuito dedicado. El concepto de circuito virtual se refiere a un trayecto lógico más que físico en el caso de una llamada.

**Circuito virtual conmutado (*Switched Virtual Circuit –SVC-*).** Conexión de circuito virtual establecida a través de una red. Esta conexión se realiza según se requiera y sólo por el tiempo que dure la transmisión de datos.

**Circuito virtual permanente (*Permanent Virtual Circuit –PVC-*).** Enlace lógico de Frame Relay, cuyos puntos extremos y clase de servicio son definidos por la gestión de la red. Este enlace lógico permanentemente “activo”, independiente si el tráfico está transmitiéndose por un PVC.

**Congestión.** Tal como en una carretera a la hora de mayor tráfico, la congestión de la red se debe al exceso de tráfico en una red. Cuando ocurre una congestión los paquetes se pueden perder o caer. La recuperación de estas pérdidas y retransmisión de datos causa aún mayor congestión.

**Conmutación de circuitos.** Método de conmutación en el que se establece un camino de comunicación entre dos dispositivos a través de uno o más nodos de conmutación intermedios.

**Conmutación de paquetes.** Método utilizado para mover datos en Internet. En la conmutación de paquetes los datos se dividen en unidades (paquetes) más pequeñas fijas o variables, cada paquete tiene una dirección de origen y destino. Después cada paquete es transmitido en forma de almacenamiento y retransmisión a su destino. Los paquetes de un solo mensaje pueden tomar diferentes rutas para llegar a su destino. Los paquetes de muchos mensajes pueden compartir la misma ruta.

**Contraseña.** Código empleado para tener acceso a un sistema restringido.

Las contraseñas más efectivas contienen letras y números con siete dígitos.

## D

**Datagrama.** En conmutación de paquetes, un paquete, independiente de los otros paquetes, que lleva información suficiente para enrutar desde el equipo terminal de datos (DTE) de origen hasta el DTE de destino sin necesidad de establecer una conexión entre los DTE de la red.

**Dirección IP.** Número único que consiste en cuatro partes separadas por puntos. Ejemplo: 165.113.245.2

Cada máquina que está conectada en Internet tiene un número único IP, éste no está realmente en Internet. La mayoría de las máquinas tienen uno o más nombres de dominio (Domain Names) que son más fáciles de recordar.

**Dirección MAC.** Dirección de capa de enlace OSI necesaria en todo puerto o dispositivo que se conecte con una LAN. Otros dispositivos de la red utilizan estas direcciones para localizar puertos específicos de la red y para crear y actualizar tablas de enrutamiento y estructuras de datos.

Una dirección MAC tiene 6 bytes. También se conoce como: **direcciones de hardware, direcciones de capa MAC o direcciones físicas.**

## E

**Ethernet.** Un método muy común de establecer redes en una LAN (*red no muy grande "local area network"*) Ethernet maneja aproximadamente 10,00,000 bits por segundo y puede ser empleado con casi todo tipo de computadoras.

**E1.** Esquema de transmisión digital de área amplia que se usa en Europa y México; transporta datos a una velocidad de 2.048 Mbps.

Las líneas E1 pueden estar dedicadas para su uso privado por parte de los proveedores de servicios comunes.

## F

**Firewall.** Combinación de hardware y software que separa una LAN en dos o más partes por motivos de seguridad

**Firma digital.** Mecanismo de autenticación que habilita al creador de un mensaje a adjuntar un código que actúa como firma. La firma garantiza la fuente y la integridad del mensaje.

**FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos).** Método muy común de transferir archivos a través de sitios de Internet. FTP es una manera especial de establecer contacto (*login*) con otros sitios de Internet, con el propósito de obtener o enviar archivos. Existen muchos sitios de Internet que ofrecen archivos publicitarios o con otras intenciones que pueden ser obtenidos mediante FTP, estableciendo contacto (*login*) con el nombre de usuario anónimo (*anonymous*), es por esto que estos sitios son llamados servidores de FTP anónimos (*anonymous ftp servers*).

## G

**Gateway.** El significado técnico se refiere a un hardware o software que traduce dos protocolos distintos o no compatibles; por ejemplo, Prodigy tiene un gateway que traduce su formato interno de correo electrónico al formato Internet de e-mail. Otro significado menos correcto de gateway es describir cualquier mecanismo para proveer acceso a otro sistema. Por ejemplo, AOL puede ser llamado un gateway hacia Internet.

**Gopher.** Método muy famoso de realizar menús de materiales disponibles en Internet. Gopher es un programa Cliente/ Servidor, que requiere que el usuario tenga un software cliente Gopher. Sin embargo el Gopher se expandió alrededor del mundo en un par de años y ha sido ahora reemplazado por el Hypertext, también conocido como WWW (World Wide Web).

Existen aún miles de servidores Gopher en Internet, pero su estancia no será muy larga.

## H

**Host.** Cualquier computadora en una red que es fuente de servicios disponibles a otras computadoras en cierta red. Es muy común tener una máquina host que provee diversos servicios, como WWW y USENET.

**HTTP (Protocolo de Transporte de Hipertexto)** El protocolo para transferir archivos tipo hypertext a lo largo de todo Internet. Requiere un programa cliente HTTP en un lado de la conexión y del otro un programa servidor HTTP. Este protocolo es el más importante usado en World Wide Web (*WWW*).

**Hipertexto.** Generalmente, cualquier texto que contenga links a otros documentos, letras o frases en éste que pueden ser elegidas por un lector que produce que sea llamado y desplegado otro documento.

**Homologación.** Acto por el cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes reconoce oficialmente que las especificaciones de un producto destinado a telecomunicaciones satisfacen las normas y requisitos establecidos, por lo que puede ser conectado a una red pública de telecomunicaciones, o hacer uso del espectro radioeléctrico.

## I

**Internet.** (*mayúscula*) La vasta colección de redes interconectadas que emplean en general protocolos que emergen del ARPANET a finales de los años 60 y principios de los 90. Internet es ahora una gran conexión que tiene aproximadamente un mínimo de 60,000 redes independientes en todo el mundo, creando una gran red global.

**internet.** (*minúscula*) Cualquier ocasión que se conecten 2 o más redes (*networks*), se tiene un internet-como inter-nacional o inter-estatal.

**Intranet.** Una red privada dentro de una organización que emplea el mismo tipo de software que se encontrará en la red pública Internet, pero es de uso interno exclusivamente.

A medida que Internet se ha hecho más famoso, muchas de las herramientas empleadas en Internet están siendo empleadas ahora en redes privadas; por ejemplo, muchas compañías tienen servidores de red que están disponibles sólo para sus empleados y/o clientes.

Es importante señalar que una Intranet no es un internet, es simplemente una red más compleja.

**ISDN (Red Digital de Servicios Integrados).** Básicamente es la manera de mover datos en líneas telefónicas regulares. ISDN está siendo rápidamente disponible a la mayoría de Estados Unidos y en muchos mercados está cotizado muy similarmente a circuitos estándar analógicos. Provee una velocidad mínima de 128,000 bits por segundo en líneas telefónicas regulares. En la práctica, la mayoría de las personas serán limitadas a 56,000 o 64,000 bits por segundo

## J

**Java.** Lenguaje de programación creado por Sun Microsystems, específicamente diseñado para elaborar programas que puedan ser bajados (*download*) con mucha seguridad a una computadora mediante Internet y que corra inmediatamente sin tener problemas de virus o de daños en archivos. Al usar pequeños programas elaborados con Java, llamados ("*Applets*"), la página de Internet puede incluir funciones como animaciones, calculadoras y muchas otras aplicaciones.

Se puede esperar una gran variedad de características y ventajas agregadas a la Red empleando Java, pues se pueden elaborar programas de cualquier tipo y que cualquier computadora puede realizar con Java y después incorporarlo a una página de Internet.

## L

**LAN (Red de Área Local).** Red de computadoras limitadas por el área que rodea a la red, comúnmente en un edificio.

**Línea de 56Kbps.** Conexión a través de una línea telefónica digital capaz de llevar 56,000 bits por segundo. A esta velocidad, un megabyte se llevará aproximadamente 3 minutos en transferirse. Esta velocidad es 4 veces más rápido que un módem de 14,000 bps.

**Login.** Sustantivo o verbo. Sustantivo: el nombre de la cuenta empleada para tener acceso a un sistema de cómputo. No es secreto (a diferencia del password).

Verbo: El acto de entrar a un sistema de cómputo; por ejemplo: Login a COMDI e ir después a la conferencia MUX.

## M

**Multiplexaje.** Combina múltiples canales de información sobre un solo circuito o trayecto de transmisión. Una empresa telefónica que instale troncales entre sus oficinas centrales querrá obtener tantas conversaciones de voz en esas troncales como sea posible. Los esquemas de multiplexaje, como T1 pueden manejar 24 canales de voz (4 KHz de ancho de banda). Las troncales del componente principal transmiten incluso más canales. Una troncal T3 puede transmitir 28

líneas T1. Existen dos técnicas de multiplexaje principales. FDM (Frequency Division Multiplexing -multiplexaje por división de frecuencia-) divide el espectro de frecuencia de un circuito en bandas y transmite cada canal en una banda específica. TDM (Time Division Multiplexing -multiplexaje por división de tiempo-) divide un circuito en intervalos de tiempo y asigna un canal a cada uno.

**Módem (*Modulator, Demodulator*)** Dispositivo que conecta una computadora a una línea telefónica y permite a la computadora comunicarse con otras mediante el sistema telefónico. Básicamente, los módems son para las computadoras como los teléfonos para los humanos.

## N

**Netscape** Navegador utilizado para el WWW y el nombre de un compañía. Netscape fue originalmente basado en Mosaic desarrollado por National Center for Supercomputing Applications (*NCSA*); fue creciendo, agregando características que pronto le dieron el lugar del mejor navegador existente. La compañía Netscape también produce software para servidores de red.

Netscape ofrecía más adelantos en la conexión de interface sobre todos los demás navegadores y ha generado debates al agregar nuevos elementos al lenguaje HTML; estos elementos no son universalmente aceptados.

El principal autor de Netscape Navigator, Mark Andreessen, fue contratado para NCSA por Jim Clark y juntos fundaron la compañía Mosaic Communications y pronto cambiaron el nombre a Netscape Communications Corporation.

**Nodo.** Cualquier computadora por sí sola conectada a una red.

## P

**Passport.** Equipo fabricado y diseñado por Nortel Networks que representa una solución de conmutación rentable para la consolidación de la red, ofreciendo costos bajos, mayor funcionalidad y rapidez en ofrecer nuevas aplicaciones de multimedia a los usuarios. Passport consolida voz, video y servicios de datos en una sola red que utiliza una variedad de opciones.

**PBX (Private Branch Exchange).** Central telefónica privada. Proporciona un servicio de conmutación por medio de extensiones telefónicas en edificios u oficinas; sirve de enlace para el acceso a la red pública.

**PCM (Modulación por Impulsos Codificados).** Método estandarizado para producir voz digital. Definido en recomendación G.711 de la UIT-T.

**POP.** Tiene dos significados:

Point of Presence. Punto de Presencia. Se refiere a una ciudad o localidad donde una red puede conectarse comúnmente con líneas dial-up. Entonces si una compañía anuncia que pronto tendrá un POP en Monterrey, significa que ellos tendrán pronto un teléfono local en Monterrey y/o un lugar donde líneas dedicadas podrán conectarse a su red.

Post Office Protocol. Protocolo de la Central. Se refiere a la manera en que un software de correo electrónico, como Eudora, recibe el correo de un servidor. Cuando se obtiene un SLIP PP o una cuenta shell, casi siempre se obtiene una cuenta POP junto, y esta cuenta POP será la que le indicará al software de correo electrónico que utilice

**POTS (Servicio Telefónico Tradicional)** Servicio telefónico básico de un teléfono estándar que utiliza dos cables. Sin funciones adicionales.

**PPP (Protocolo Punto a Punto).** Protocolo que permite a una computadora emplear un teléfono convencional y un módem analógico para efectuar conexiones TCP/IP y así tener acceso a Internet.

## R

**Redes de empresas.** Ante la necesidad de construir redes empresariales que les permitiría a las personas en toda la organización intercambiar correos electrónicos y trabajar juntos al utilizar un software en colaboración. Una red empresarial conectaría a todas las redes de grupos de trabajo o departamentos aislados en una red interna de la empresa con el potencial de permitirle a todos los usuarios de computadoras tener acceso a cualquier recurso de computación. Esto proporcionaría una operación interna entre los sistemas autónomos y heterogéneos y tendrían una meta eventual de reducir la cantidad de protocolos de comunicación en uso. Las organizaciones de la industria con el propósito de cumplir esta meta se formaron para crear estándares abiertos y los vendedores desarrollaron sus propias estrategias.

**Red telefónica conmutada pública (Public Switched Telephone Network, PSTN).** Está compuesta de diversas redes locales, redes de centrales telefónicas y de la red de larga distancia que interconecta teléfonos y otros dispositivos de comunicación a nivel mundial.

**Router (ruteador)** Una computadora o software específico que maneja la conexión entre dos o más redes. Los ruteadores pasan todo el tiempo observando las direcciones de destino de los paquetes que pasan por ellos y deciden por qué ruta serán enviados.

## S

**Servidor.** Una computadora o un paquete de software que provee un tipo específico de servicio a un software de cliente ubicado en otras computadoras. El término se puede referir a una pieza específica de software, como es el caso del servidor de WWW, o a la máquina en donde el software está corriendo; por ejemplo, un servidor de correo está fuera de servicio el día de hoy, es por eso que no hay correo saliente. Un solo servidor puede contener distintos tipos de paquetes de software corriendo; esto provee muchos servidores a los clientes de la red.

**Servidor terminal.** Una computadora específica que permite conectar varios módems de uno de sus lados y una conexión a una red LAD o a otro servidor del otro lado. La mayoría de estos servidores proveen servicios PPP y SLIP si están conectados a Internet. Este servidor contesta llamadas en los módems y las transfiere a los nodos adecuados.

**SMDS (Servicio de Datos Multigigabit Conmutados).** Un nuevo estándar para transmisores de datos de alta velocidad.

## T

**T1.** Una línea arrendada o dedicada capaz de transferir datos a 1.544 Mbps. Teóricamente un enlace T1 a su máxima capacidad de transmisión transporta 1 Mb en menos de 10 segundos. Sin embargo, esto no es lo suficiente rápido para pantallas completas con movimiento general, para las cuales se requiere al menos 10 Mbps. Un T1 es el medio más rápido comúnmente utilizado para realizar conexiones a Internet.

**TCP/IP.** El protocolo que mejor describe a Internet. Originalmente diseñado para sistemas operativos UNIX; TCP/IP está disponible para cualquier sistema operativo.

**Telemática.** Servicios de transmisión de información orientados a usuarios. Por ejemplo, teletexto, videotexto y fax.

**Telnet.** Comando empleado para realizar una cuenta de usuario (login) de un sitio de Internet a otro. El comando-software Telnet proporciona acceso a la línea de comando (prompt login) del servidor al que se desea conectar.

**Terminal.** Un dispositivo que permite enviar comandos a una computadora ubicada en otro lugar. Como mínimo esto es un teclado y una pantalla y un conjunto sencillo de circuitos. Comúnmente se usa el software de una terminal en una PC, el software emula una terminal física y permite enviar comandos a un equipo remoto.

**Troncal privada.** Nombre que algunas veces se utiliza para describir una troncal que se conecta a una central telefónica privada que pertenece a una red particular.

## U

**UNIX.** Sistema operativo multiusuario que maneja el protocolo TPC/IP. Es el más utilizado para servidores de gran capacidad; por ejemplo, para bases de datos e Internet.

## W

**WAN (Red de Área Amplia).** Cubre un área mayor a un solo edificio o campus.

**WWW (World Wide Web)** Tiene dos significados- Primero, no muy común: la constelación entera de recursos que pueden ser ingresados empleando Gopher, FTP, HTTP, telnet, USENET, WAIS y otras herramientas. Segundo, el universo de servidores hypertext (*servidores HTTP*) que permiten mezclar texto, gráficos, archivos de sonido, etc

### Acrónimos Empleados en Administración de Proyectos

**ACWP** Actual Cost of Work Performed (Costo Real de Trabajo Realizado)

**AD** Activity Description (Descripción de Actividad)

**ADM** Arrow Diagram Method (Método de Diagramación con Flechas)

**AF** Actual Finish date (Fecha Real de Terminación)

**AOA** Activity-On-Arrow (Actividad Sobre La Flecha)

**AON** Activity-On-Node (Actividad Sobre Nodo)

**AS** Actual Start date (Fecha Real de Comienzo)

**BAC** Budget at Completion (Presupuesto al Terminar)

**BCWP** Budgeted Cost of Work Performed (Costo Presupuestado de Trabajo Realizado)

**CCB** Change Control Board (Comité de Control de Cambios)

**CPFF** Cost Plus Fixed Fee (Costo más Honorarios Fijos)

**CPIF** Cost Plus Incentive Fee (Costo más Honorarios de Incentivo)

**CPI** Cost Performance Index (Índice de Desempeño de Costos)

**CPM** Critical Path Method (Método de la Ruta Crítica)

**CV** Cost Variance (Varianza de Costos)

**DD** Data Date (Fecha de Corte)

**DU** Duration (Duración)

**EAC** Estimate At Completion (Estimado al Terminar)

**EF** Early Finish date (fecha de Terminación Temprana)

**ES** Early Start date (fecha de Comienzo Temprana)

**ETC** Estimate (o Estimated) to Complete (o Completion) (Estimado al Terminar)

**EV** Earned Value (Valor Ganado u Obtenido)

**FF** Free Float or Finish-to-Finish (Flotación Libre o Fin-a-fin)

**FFP** Firm Fixed Price (Precio Fijo Firme)

**FPIF** Fixed Price Incentive Fee (Honorarios Incentivos de Precio Fijo)

**FS** Finish-to-Start (Comienzo-a-Fin)

**GERT** Graphical Evaluation and Review Technique (Técnica de Revisión y Evaluación Gráfica)

**IFB** Invitation For Bid (Invitación a Licitación)

**LF** Late Finish date (fecha de Terminación Tardía)

**LOE** Level Of Effort (Nivel de Esfuerzo)

**LS** Late Start date (fecha de Comienzo Tardía)

**MPM** Modern Project Management (Administración de Proyectos Moderna)

**OBS** Organization(al) Breakdown Structure (Estructura de Desglose Organizacional)

**PC** Percent Complete (Porcentaje Terminado)

**PDM** Precedence Diagramming Method (Método de Diagramación de Precedencias)

**PERT** Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Revisión y Evaluación de Programas)

**PF** Planned Finish date (fecha Planeada de Terminación)

**PM** Project Management or Project Manager (Administración o Administrador de Proyectos)

**PMBOK** Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de Conocimientos de la Administración de Proyectos)

**PMP** Project Management Professional (Profesional de la Administración de Proyectos)

**PS** Planned Start date (fecha Planeada de Comienzo)

**QA** Quality Assurance (Aseguranza de la Calidad)

**QC** Quality Control (Control de la Calidad)

**RAM** Responsibility Assignment Matrix (Matriz de Responsabilidad)

**RDU** Remaining Duration (Duración Remanente)

**RFP** Request For Proposal (Petición de Propuesta)

**RFQ** Request For Quotation (Petición de Presupuesto)

**SF** Scheduled Finish date or Start-to-Finish (fecha Programada de Terminación o Comienzo-a-Fin)

**SOW** Statement Of Work (Declaración de Trabajo)

**SPI** Scheduled Performance Index (Índice de Desempeño Programado)

**SS** Scheduled Start date or Start-to-Start (fecha Programada de Comienzo o Comienzo-a-Comienzo)

**SV** Schedule Variance (Varianza de Programación)

**TC** Target Completion date (fecha de Terminación de la Meta)

**TF** Total Float or Target Finish date (Flotación Total o fecha de Terminación de la Meta)

**TS** Target Start date (fecha de Comienzo de la Meta)

**TQM** Total Quality Management (Administración de Calidad Total)

**WBS** Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Trabajo)

# LEY DE ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS DEL SECTOR PÚBLICO

TEXTO VIGENTE

(Última Reforma aplicada 13/06/2003)

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEÓN, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes . sabed:

Que el Honorable Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, D E C R E T A:

LEY DE ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS DEL SECTOR PÚBLICO

## TÍTULO PRIMERO

Disposiciones Generales

### CAPÍTULO ÚNICO

#### Artículo 1

La presente Ley es de orden público y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles y la prestación de servicios de cualquier naturaleza, que realicen:

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal;
- III. La Procuraduría General de la República;
- IV. Los organismos descentralizados;
- V. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el gobierno federal o una entidad paraestatal, y
- VI. Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados. No quedan comprendidos los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.

Las personas de derecho público de carácter federal con autonomía derivada de la Constitución, aplicarán los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, en lo que no se contraponga a los ordenamientos legales que los rigen, sujetándose a sus propios órganos de control.

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades, y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias, o bien los que se lleven a cabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la administración pública de una entidad federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley; no obstante, dichos actos quedarán sujetos a este ordenamiento, cuando la dependencia o entidad obligada a entregar el bien o prestar el servicio, no tenga capacidad para hacerlo por sí misma y contrate un tercero para su realización.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este

artículo.

Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento.

### **Artículo 2**

Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

- I. Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Contraloría: la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo;
- III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a III del artículo 1;
- IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones IV y V del artículo 1;
- V. Tratados: los convenios regidos por el derecho internacional público, celebrados por escrito entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público, ya sea que para su aplicación requiera o no la celebración de acuerdos en materias específicas, cualquiera que sea su denominación, mediante los cuales los Estados Unidos Mexicanos asumen compromisos;
- VI. Proveedor: la persona que celebre contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, y
- VII. Licitante: la persona que participe en cualquier procedimiento de licitación pública o bien de invitación a cuando menos tres personas.

### **Artículo 3**

Para los efectos de esta Ley, entre las adquisiciones, arrendamientos y servicios, quedan comprendidos:

- I. Las adquisiciones y los arrendamientos de bienes muebles;
- II. Las adquisiciones de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, que sean necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias y entidades de acuerdo con lo pactado en los contratos de obras;
- III. Las adquisiciones de bienes muebles que incluyan la instalación, por parte del proveedor, en inmuebles de las dependencias y entidades, cuando su precio sea superior al de su instalación;
- IV. La contratación de los servicios relativos a bienes muebles que se encuentren incorporados o adheridos a inmuebles, cuyo mantenimiento no implique modificación alguna al propio inmueble, y sea prestado por persona cuya actividad comercial corresponda al servicio requerido;
- V. La reconstrucción y mantenimiento de bienes muebles; maquila; seguros; transportación de bienes muebles o personas, y contratación de servicios de limpieza y vigilancia;
- VI. La contratación de arrendamiento financiero de bienes muebles;
- VII. La prestación de servicios profesionales, así como la contratación de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones, excepto la contratación de servicios personales bajo el régimen de honorarios, y
- VIII. En general, los servicios de cualquier naturaleza cuya prestación genere una obligación de pago para las dependencias y entidades, cuyo procedimiento de contratación no se encuentre regulado en forma específica por otras disposiciones legales.

### **Artículo 4**

La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

### **Artículo 5**

Será responsabilidad de las dependencias y entidades contratar los servicios correspondientes para mantener adecuada y satisfactoriamente asegurados los bienes con que cuenten.

Lo dispuesto en el párrafo anterior no será aplicable cuando por razón de la naturaleza de los bienes o el tipo de riesgos a los que están expuestos, el costo de aseguramiento represente una erogación que no guarde relación directa con el beneficio que pudiera obtenerse. La Secretaría autorizará previamente la aplicación de esta excepción.

### **Artículo 6**

El gasto para las adquisiciones, arrendamientos y servicios se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas del Presupuesto de Egresos de la Federación, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

### **Artículo 7**

La Secretaría, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley para efectos administrativos.

La Contraloría dictará las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría y, cuando corresponda, la de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

### **Artículo 8**

Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que deban observar las dependencias y entidades, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas nacionales, especialmente de las micro, pequeñas y medianas.

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

### **Artículo 9**

En materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades.

Las facultades conferidas por esta Ley a los titulares de las dependencias podrán ser ejercidas por los titulares de sus órganos desconcentrados, previo acuerdo delegatorio.

### **Artículo 10**

En los casos de adquisiciones, arrendamientos o servicios financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval, los procedimientos, requisitos y demás disposiciones para su contratación serán establecidos por la Contraloría aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley; y deberán precisarse en las convocatorias, invitaciones, bases y contratos correspondientes.

### **Artículo 11**

En lo no previsto por esta Ley y demás disposiciones que de ella se deriven, serán aplicables supletoriamente el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

### **Artículo 12**

Las dependencias y entidades, previamente al arrendamiento de bienes muebles, deberán realizar los estudios de factibilidad, considerando la posible adquisición mediante arrendamiento con opción a compra. De estipularse esta condición en el contrato, la misma deberá ejercerse invariablemente.

### **Artículo 13**

Las dependencias o entidades no podrán financiar a proveedores la adquisición o arrendamiento de bienes o la prestación de servicios, cuando éstos vayan a ser objeto de contratación por parte de las propias dependencias o entidades, salvo que, de manera excepcional y por tratarse de proyectos de infraestructura, se obtenga la autorización previa y específica de la Secretaría y de la Contraloría. No se considerará como operación de financiamiento, el otorgamiento de anticipos, los cuales en todo caso, deberán garantizarse en los términos del artículo 48 de esta Ley.

Tratándose de bienes cuyo proceso de fabricación sea superior a 90 días, la dependencia o entidad deberá otorgar por lo menos el veinte por ciento de anticipo, salvo la existencia de causas que impidan a la convocante hacerlo.

La Secretaría podrá autorizar el pago de suscripciones, seguros o de otros servicios, en los que no sea posible pactar que su costo sea cubierto después de que la prestación del servicio se realice.

### **Artículo 14**

En los procedimientos de contratación de carácter internacional, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la adquisición y arrendamiento de bienes producidos en el país y que cuenten con el porcentaje de contenido nacional indicado en el artículo 28, fracción I, de esta Ley, los cuales deberán contar, en la comparación económica de las propuestas, con un margen hasta del diez por ciento de preferencia en el precio respecto de los bienes de importación, conforme a las reglas que establezca la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, previa opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

### **Artículo 15**

Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, serán resueltas por los tribunales federales.

Sólo podrá convenirse compromiso arbitral respecto de aquellas controversias que determine la Contraloría mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Secretaría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; ya sea en cláusula compromisoria incluida en el contrato o en convenio independiente.

Lo previsto en los dos párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en los tratados de que México sea parte, o de que en el ámbito administrativo la Contraloría conozca de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los procedimientos de contratación, o bien, de las quejas que en audiencia de conciliación conozca sobre el incumplimiento de lo pactado en los contratos.

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen o celebren en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos previa determinación de la autoridad competente.

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no regulen de manera expresa la forma en que podrán resolver sus controversias.

### **Artículo 16**

Los contratos celebrados en el extranjero respecto de bienes o servicios que deban ser utilizados o prestados fuera del territorio nacional, se regirán por la legislación del lugar donde se formalice el acto, aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley.

Cuando los bienes o servicios hubieren de ser utilizados o prestados en el país, tratándose exclusivamente de licitaciones públicas, su procedimiento y los contratos que deriven de ellas deberán realizarse dentro del territorio nacional.

### **Artículo 17**

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante disposiciones de carácter general, oyendo la opinión de la Contraloría, determinará, en su caso, los bienes y servicios de uso generalizado que, en forma consolidada, podrán adquirir, arrendar o contratar las dependencias y entidades con objeto de obtener las mejores condiciones en cuanto a calidad, precio y oportunidad, y apoyar en condiciones de competencia a las áreas prioritarias del desarrollo.

## TITULO SEGUNDO

# De la Planeación, Programación y Presupuestación

## CAPITULO UNICO

### Artículo 18

En la planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

- I. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y
- II. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas.

### Artículo 19

Las dependencias o entidades que requieran contratar servicios de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen trabajos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisfacen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación, con excepción de aquellos trabajos que sean necesarios para su adecuación, actualización o complemento.

A fin de cumplimentar lo anterior, las entidades deberán remitir a su coordinadora de sector una descripción sucinta del objeto de los contratos que en estas materias celebren, así como de sus productos.

La erogación para la contratación de servicios de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones, requerirá de la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad, así como del dictamen del área respectiva, de que no se cuenta con personal capacitado o disponible para su realización.

### Artículo 20

Las dependencias y entidades formularán sus programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Las acciones previas, durante y posteriores a la realización de dichas operaciones;
- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;
- III. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios;
- IV. Las unidades responsables de su instrumentación;
- V. Sus programas sustantivos, de apoyo administrativo y de inversiones, así como, en su caso, aquéllos relativos a la adquisición de bienes para su posterior comercialización, incluyendo los que habrán de sujetarse a procesos productivos;
- VI. La existencia en cantidad suficiente de los bienes; los plazos estimados de suministro; los avances tecnológicos incorporados en los bienes, y en su caso los planos, proyectos y especificaciones;
- VII. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de éstas, las normas internacionales;
- VIII. Los requerimientos de mantenimiento de los bienes muebles a su cargo, y
- IX. Las demás previsiones que deban tomarse en cuenta según la naturaleza y características de las adquisiciones, arrendamientos o servicios.

### Artículo 21

Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de adquisiciones, arrendamientos y

servicios, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial.

El citado programa será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de adquisiciones, arrendamientos y servicios, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

### **Artículo 22**

Las dependencias y entidades deberán establecer comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios que tendrán las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes;
- II. Dictaminar, previamente a la iniciación del procedimiento, sobre la procedencia de no celebrar licitaciones públicas por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 41 de esta Ley, salvo en los casos de las fracciones II, V y XII del propio precepto, en cuyo caso se deberá informar al propio comité una vez concluida la contratación respectiva. Dicha función también podrá ser ejercida directamente por el titular de la dependencia o entidad;
- III. Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como autorizar los supuestos no previstos en éstos, sometiéndolas a consideración del titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- IV. Analizar trimestralmente el informe de la conclusión de los casos dictaminados conforme a la fracción II anterior, así como de las licitaciones públicas que se realicen y, los resultados generales de las adquisiciones, arrendamientos y servicios y, en su caso, recomendar las medidas necesarias para evitar el probable incumplimiento de alguna disposición jurídica o administrativa;
- V. Analizar exclusivamente para su opinión, cuando se le solicite, los dictámenes y fallos emitidos por los servidores públicos responsables de ello;
- VI. Autorizar, cuando se justifique, la creación de subcomités de adquisiciones, arrendamientos y servicios, así como aprobar la integración y funcionamiento de los mismos;
- VII. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Contraloría;
- VIII. Autorizar los casos de reducción del plazo para la presentación y apertura de proposiciones en licitaciones públicas, y
- IX. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

La Contraloría podrá autorizar la creación de comités en órganos desconcentrados, cuando la cantidad y monto de sus operaciones o las características de sus funciones así lo justifiquen.

En los casos en que, por la naturaleza de sus funciones o por la magnitud de sus operaciones, no se justifique la instalación de un comité, la Contraloría podrá autorizar la excepción correspondiente.

### **Artículo 23**

El Ejecutivo Federal, por conducto de la Contraloría, determinará las dependencias y entidades que deberán instalar comisiones consultivas mixtas de abastecimiento, en función del volumen, características e importancia de las adquisiciones, arrendamientos y servicios que contraten. Dichas comisiones tendrán por objeto:

- I. Propiciar y fortalecer la comunicación de las propias dependencias y entidades con los proveedores, a fin de lograr una mejor planeación de las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- II. Colaborar en la instrumentación de programas de desarrollo de proveedores nacionales;
- III. Promover y acordar programas de sustitución eficiente de importaciones, así como de simplificación interna de trámites administrativos que realicen las dependencias o entidades relacionados con las adquisiciones, arrendamientos y servicios;
- IV. Emitir recomendaciones sobre metas de utilización de las reservas de compras pactadas con otros países;
- V. Promover acciones que propicien la proveeduría con micro, pequeñas y medianas empresas, así como el consumo por parte de otras empresas de los bienes o servicios que produzcan o presten aquéllas;
- VI. Difundir y fomentar la utilización de los diversos estímulos del gobierno federal y de los programas de financiamiento para apoyar la fabricación de bienes;
- VII. Informar a los comités de adquisiciones, arrendamientos y servicios las recomendaciones planteadas en el seno de las comisiones;
- VIII. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento de la comisión, conforme a las bases que expida la Contraloría, y
- IX. Conocer y opinar sobre los programas de licitaciones internacionales de la dependencia o entidad de que se trate.

#### **Artículo 24**

En los contratos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, cuya vigencia rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total como el relativo a los ejercicios de que se trate; en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes se considerarán los costos que, en su momento, se encuentren vigentes, y se dará prioridad a las provisiones para el cumplimiento de las obligaciones contraídas en ejercicios anteriores.

Para los efectos de este artículo, las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal.

## **TITULO TERCERO**

### **De los Procedimientos de Contratación**

#### **CAPITULO I**

#### **Generalidades**

#### **Artículo 25**

Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, solamente cuando se cuente con la autorización global o específica, por parte de la Secretaría, del presupuesto de inversión y de gasto corriente, conforme a los cuales deberán programarse los pagos respectivos.

En casos excepcionales y previa aprobación de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con dicha autorización.

#### **Artículo 26**

Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, mediante los procedimientos de contratación que a continuación se señalan:

- I. Licitación pública;
- II. Invitación a cuando menos tres personas, o

### III. Adjudicación directa.

En los procedimientos de contratación deberán establecerse los mismos requisitos y condiciones para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega, forma y tiempo de pago, penas convencionales, anticipos y garantías; debiendo las dependencias y entidades proporcionar a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos, a fin de evitar favorecer a algún participante.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Contraloría, determinará de acuerdo con lo establecido en el artículo 28 de esta Ley el carácter nacional o internacional de los procedimientos de contratación y los criterios para determinar el contenido nacional de los bienes a ofertar, en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los tratados.

La Contraloría pondrá a disposición pública, a través de los medios de difusión electrónica que establezca, la información que obre en su base de datos correspondiente a las convocatorias y bases de las licitaciones y, en su caso, sus modificaciones; las actas de las juntas de aclaraciones y de visita a instalaciones, los fallos de dichas licitaciones o las cancelaciones de éstas, y los datos relevantes de los contratos adjudicados; ya sea por licitación, invitación a cuando menos tres personas o adjudicación directa.

#### Artículo 27

Las adquisiciones, arrendamientos y servicios se adjudicarán, por regla general, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad, eficiencia energética, el uso responsable del agua y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo con lo que establece la presente Ley.

El sobre a que hace referencia este artículo podrá entregarse, a elección del licitante, en el lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones; o bien, si así lo establece la convocante, enviarlo a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que establezca la Contraloría.

En el caso de las proposiciones presentadas por medios remotos de comunicación electrónica el sobre será generado mediante el uso de tecnologías que resguarden la confidencialidad de la información de tal forma que sea inviolable, conforme a las disposiciones técnicas que al efecto establezca la Contraloría.

Las proposiciones presentadas deberán ser firmadas autógrafamente por los licitantes o sus apoderados; en el caso de que éstas sean enviadas a través de medios remotos de comunicación electrónica, se emplearán medios de identificación electrónica, los cuales producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los documentos correspondientes y, en consecuencia, tendrán el mismo valor probatorio.

La Contraloría operará y se encargará del sistema de certificación de los medios de identificación electrónica que utilicen los licitantes y será responsable de ejercer el control de estos medios, salvaguardando la confidencialidad de la información que se remita por esta vía.

## CAPITULO II

### De la licitación pública

#### Artículo 28

Las licitaciones públicas podrán ser:

I. Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana y los bienes a adquirir sean producidos en el país y cuenten por lo menos con un cincuenta por ciento de contenido nacional, el que será determinado tomando en cuenta el costo de producción del bien, que significa todos los costos menos la promoción de ventas, comercialización, regalías y embarque, así como los costos financieros. La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante reglas de carácter general, establecerá los casos de excepción correspondientes a dichos requisitos, así como un procedimiento expedito para determinar el grado de contenido nacional de los bienes que se oferten, para lo cual tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, de oficio o a solicitud de la Contraloría, podrá realizar visitas para verificar que los bienes cumplen con los requisitos señalados en el párrafo anterior, o

II. Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera y los bienes a adquirir sean de origen nacional o extranjero.

Solamente se deberán llevar a cabo licitaciones internacionales, en los siguientes casos:

- a) Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados;
- b) Cuando, previa investigación de mercado que realice la dependencia o entidad convocante, no exista oferta de proveedores nacionales respecto a bienes o servicios en cantidad o calidad requeridas, o sea conveniente en términos de precio;
- c) Cuando habiéndose realizado una de carácter nacional, no se presente alguna propuesta o ninguna cumpla con los requisitos a que se refiere la fracción I de este artículo, y
- d) Cuando así se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al gobierno federal o con su aval.

En este tipo de licitaciones la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, mediante publicación en el Diario Oficial de la Federación, determinará los casos en que los participantes deban manifestar ante la convocante que los precios que presentan en su propuesta económica no se cotizan en condiciones de prácticas desleales de comercio internacional en su modalidad de discriminación de precios o subsidios.

Podrá negarse la participación a extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un tratado y ese país no conceda un trato recíproco a los licitantes, proveedores, bienes o servicios mexicanos.

### Artículo 29

Las convocatorias podrán referirse a uno o más bienes o servicios, y contendrán:

I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando las bases impliquen un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de la reproducción de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisarlas previamente a su pago, el cual será requisito para participar en la licitación. Igualmente, los interesados podrán consultar y adquirir las bases de las licitaciones por los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría;

III. La fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones;

IV. La indicación de si la licitación es nacional o internacional; y en caso de ser internacional, si se realizará o no bajo la cobertura del capítulo de compras del sector público de algún tratado, y el idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;

V. La indicación que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes, podrán ser negociadas;

VI. La descripción general, cantidad y unidad de medida de los bienes o servicios que sean objeto de la licitación, así como la correspondiente, por los menos, a cinco de las partidas o conceptos de mayor monto;

VII. Lugar y plazo de entrega;

VIII. Condiciones de pago, señalando el momento en que se haga exigible el mismo;

IX. Los porcentajes de los anticipos que, en su caso, se otorgarían;

X. La indicación de que no podrán participar las personas que se encuentren en los supuestos del artículo 50 de esta Ley, y

XI. En el caso de arrendamiento, la indicación de si éste es con o sin opción a compra.

### Artículo 30

Las convocatorias se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

### Artículo 31

Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados, tanto en el domicilio señalado por la convocante como en los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría, a partir del día en que se publique la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siendo responsabilidad exclusiva de los interesados adquirirlas oportunamente durante este periodo. Las bases contendrán en lo aplicable como mínimo lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;

II. Forma en que deberá acreditar la existencia y personalidad jurídica el licitante;

III. Fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato;

IV. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar los precios de los bienes o servicios, o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja sobre los demás licitantes;

V. Idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones. Los anexos técnicos y folletos podrán presentarse en el idioma del país de origen de los bienes o servicios, acompañados de una traducción simple al español;

VI. Moneda en que se cotizará y efectuará el pago respectivo. En los casos de licitación internacional, en que la convocante determine efectuar los pagos a proveedores extranjeros en moneda extranjera, los licitantes nacionales podrán presentar sus proposiciones en la misma moneda extranjera que determine la convocante. No obstante, el pago que se realice en el territorio nacional deberá hacerse en moneda nacional y al tipo de cambio vigente en la fecha en que se haga dicho pago;

VII. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes podrán ser negociadas;

VIII. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos de conformidad a lo establecido por el artículo 36 de esta Ley;

IX. Descripción completa de los bienes o servicios, o indicación de los sistemas empleados para identificación de los mismos; información específica que requieran respecto a mantenimiento, asistencia técnica y capacitación; relación de refacciones que deberán cotizarse cuando sean parte integrante del contrato; aplicación de normas a que se refiere la fracción VII del artículo 20 de esta Ley; dibujos; cantidades; muestras, y pruebas que se realizarán, así como método para ejecutarlas;

X. Plazo y condiciones de entrega; así como la indicación del lugar, dentro del territorio nacional, donde deberán efectuarse las entregas;

XI. Requisitos que deberán cumplir quienes deseen participar, los cuales no deberán limitar la libre participación de los interesados;

XII. Condiciones de precio y pago, señalando el momento en que se haga exigible el mismo. Tratándose de adquisiciones de bienes muebles, podrá establecerse que el pago se cubra parte en dinero y parte en especie, siempre y cuando el numerario sea mayor, sin perjuicio de las disposiciones relativas de la Ley General de Bienes Nacionales;

XIII. Datos sobre las garantías; así como la indicación de si se otorgará anticipo, en cuyo caso deberá señalarse el porcentaje respectivo y el momento en que se entregará, el que no podrá exceder del cincuenta por ciento del monto total del contrato;

XIV. La indicación de si la totalidad de los bienes o servicios objeto de la licitación, o bien, de cada partida o concepto de los mismos, serán adjudicados a un solo proveedor, o si la adjudicación se hará mediante el procedimiento de abastecimiento simultáneo a que se refiere el artículo 39 de esta Ley, en cuyo caso deberá precisarse el número de fuentes de abastecimiento requeridas, los porcentajes que se asignarán a cada una y el porcentaje diferencial en precio que se considerará;

XV. En el caso de contratos abiertos, la información a que alude el artículo 47 de este ordenamiento;

XVI. Penas convencionales por atraso en la entrega de los bienes o en la prestación de los servicios;

XVII. La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputables al mismo será sancionado en los términos del artículo 60 de esta Ley, y

XVIII. En su caso, términos y condiciones a que deberá ajustarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones sean enviadas a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica. El que los licitantes opten por utilizar alguno de estos medios para enviar sus proposiciones no limita, en ningún caso, que asistan a los diferentes actos derivados de una licitación.

Para la participación, contratación o adjudicación en adquisiciones, arrendamientos o servicios no se le podrá exigir al particular requisitos distintos a los señalados por esta Ley.

### Artículo 32

El plazo para la presentación y apertura de proposiciones de las licitaciones internacionales no podrá ser inferior a veinte días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

En licitaciones nacionales, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

Cuando no puedan observarse los plazos indicados en este artículo porque existan razones justificadas del área solicitante de los bienes o servicios, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, el titular del área responsable de la contratación podrá reducir los plazos a no menos de diez días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

### Artículo 33

Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de licitantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de licitación, a partir de la fecha en que sea publicada la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siempre que:

I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y

II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso en el Diario Oficial de la Federación, a fin de que los interesados concurren ante la propia dependencia o entidad para conocer, de manera específica, las modificaciones respectivas.

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que, a más tardar dentro del plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta

respectiva a cada uno de los licitantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación.

Las modificaciones de que trata este artículo en ningún caso podrán consistir en la sustitución de los bienes o servicios convocados originalmente, adición de otros de distintos rubros o en variación significativa de sus características.

Cualquier modificación a las bases de la licitación, derivada del resultado de la o las juntas de aclaraciones, será considerada como parte integrante de las propias bases de licitación.

### Artículo 34

La entrega de proposiciones se hará en dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica. La documentación distinta a las propuestas podrá entregarse, a elección del licitante, dentro o fuera del sobre que contenga la propuesta técnica.

Dos o más personas podrán presentar conjuntamente proposiciones en las licitaciones sin necesidad de constituir una sociedad, o nueva sociedad en caso de personas morales, siempre que, para tales efectos, en la propuesta y en el contrato se establezcan con precisión y a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes a que cada persona se obligará, así como la manera en que se exigirá el cumplimiento de las obligaciones. En este supuesto la propuesta deberá ser firmada por el representante común que para ese acto haya sido designado por el grupo de personas.

Previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, las convocantes podrán efectuar el registro de participantes, así como realizar revisiones preliminares a la documentación distinta a la propuesta técnica y económica. Lo anterior será optativo para los licitantes, por lo que no se podrá impedir el acceso a quienes hayan cubierto el costo de las bases y decidan presentar su documentación y proposiciones durante el propio acto.

### Artículo 35

El acto de presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

I. En la primera etapa, una vez recibidas las proposiciones en sobres cerrados, se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos;

II. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, rubricarán las partes de las propuestas técnicas presentadas que previamente haya determinado la convocante en las bases de licitación, las que para estos efectos constarán documentalente, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de los licitantes, incluidos los de aquéllos cuyas propuestas técnicas hubieren sido desechadas, quedando en custodia de la propia convocante, quien de estimarlo necesario podrá señalar nuevo lugar, fecha y hora en que se dará apertura a las propuestas económicas;

III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas para su análisis, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efectos de su notificación;

IV. La convocante procederá a realizar el análisis de las propuestas técnicas aceptadas, debiendo dar a conocer el resultado a los licitantes en la segunda etapa, previo a la apertura de las propuestas económicas;

V. En la segunda etapa, una vez conocido el resultado técnico, se procederá a la apertura de las . propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y se dará lectura al importe de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos presentes rubricarán las propuestas económicas.

Se señalarán lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los veinte días naturales siguientes a la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente para el fallo, y

VI. Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar el resultado técnico, las propuestas económicas

aceptadas para su análisis, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación.

### **Artículo 36**

Las dependencias y entidades para hacer la evaluación de las proposiciones deberán verificar que las mismas cumplan con los requisitos solicitados en las bases de licitación.

No serán objeto de evaluación, las condiciones establecidas por las convocantes que tengan como propósito facilitar la presentación de las proposiciones y agilizar la conducción de los actos de la licitación; así como cualquier otro requisito cuyo incumplimiento, por sí mismo, no afecte la solvencia de las propuestas. La inobservancia por parte de los licitantes respecto a dichas condiciones o requisitos no será motivo para desechar sus propuestas.

En la evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos o porcentajes, excepto cuando se trate de servicios, en los que se demuestre la conveniencia de aplicar dichos mecanismos para evaluar objetivamente la solvencia de las propuestas, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

Dentro de los criterios de adjudicación, podrá establecerse el relativo a costo beneficio, siempre y cuando sea definido, medible y aplicable a todas las propuestas.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará de entre los licitantes, a aquel cuya propuesta resulte solvente porque reúne, conforme a los criterios de adjudicación establecidos en las bases de licitación, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo, incluyendo, en su caso, el porcentaje previsto por el artículo 14 de este ordenamiento.

La convocante emitirá un dictamen que servirá como base para el fallo, en el que se hará constar una reseña cronológica de los actos del procedimiento, el análisis de las proposiciones y las razones para admitirlas o desecharlas.

### **Artículo 37**

En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en el acto de presentación y apertura de proposiciones, levantándose el acta respectiva que firmarán los asistentes, a quienes se entregará copia de la misma. La falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efectos de su notificación. En sustitución de esa junta, las dependencias y entidades podrán optar por notificar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes, dentro de los cinco días naturales siguientes a su emisión.

En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes la información acerca de las razones por las cuales su propuesta no resultó ganadora.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno; sin embargo, procederá la inconformidad que se interponga por los licitantes en los términos del artículo 65 de esta Ley.

### **Artículo 38**

Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las propuestas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y expedirán una segunda convocatoria.

Tratándose de licitaciones en las que una o varias partidas se declaren desiertas, la convocante podrá proceder, sólo respecto a esas partidas, a celebrar una nueva licitación, o bien un procedimiento de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, según corresponda.

Las dependencias y entidades podrán cancelar una licitación por caso fortuito o fuerza mayor. De igual manera, podrán

cancelar cuando existan circunstancias, debidamente justificadas, que provoquen la extinción de la necesidad para adquirir o arrendar los bienes o contratar la prestación de los servicios, y que de continuarse con el procedimiento de contratación se pudiera ocasionar un daño o perjuicio a la propia dependencia o entidad.

### **Artículo 39**

Las dependencias y entidades previa justificación de la conveniencia de distribuir, entre dos o más proveedores de la partida de un bien o servicio, podrán hacerlo siempre que así se haya establecido en las bases de la licitación.

En este caso, los precios de los bienes o servicios contenidos en una misma partida y distribuidos entre dos o más proveedores no podrán exceder del cinco por ciento respecto de la propuesta solvente más baja.

## **CAPITULO III**

### **De las excepciones a la licitación pública**

#### **Artículo 40**

En los supuestos que prevé el artículo 41 de esta Ley, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

La selección del procedimiento que realicen las dependencias y entidades deberá fundarse y motivarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. El acreditamiento de los criterios mencionados y la justificación de las razones para el ejercicio de la opción, deberá constar por escrito y ser firmado por el titular del área usuaria o requirente de los bienes o servicios.

En cualquier supuesto se invitará a personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios, y cuyas actividades comerciales o profesionales estén relacionadas con los bienes o servicios objeto del contrato a celebrarse.

En estos casos, el titular del área responsable de la contratación, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará al órgano interno de control en la dependencia o entidad de que se trate, un informe relativo a los contratos formalizados durante el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del escrito aludido en este artículo y de un dictamen en el que se hará constar el análisis de la o las propuestas y las razones para la adjudicación del contrato. No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo del artículo 41, fracciones IV y XII, de este ordenamiento.

#### **Artículo 41**

Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando:

- I. El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos;
- II. Peligro o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales;
- III. Existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes, debidamente justificados;
- IV. Se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para garantizar la seguridad interior de la Nación;
- V. Derivado de caso fortuito o fuerza mayor, no sea posible obtener bienes o servicios mediante el procedimiento de licitación pública en el tiempo requerido para atender la eventualidad de que se trate, en este supuesto las cantidades o conceptos deberán limitarse a lo estrictamente necesario para afrontarla;

VI. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al proveedor que hubiere resultado ganador en una licitación. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento;

VII. Se realicen dos licitaciones públicas que hayan sido declaradas desiertas;

VIII. Existan razones justificadas para la adquisición o arrendamiento de bienes de marca determinada;

LX. Se trate de adquisiciones de bienes perecederos, granos y productos alimenticios básicos o semiprocesados, semovientes y bienes usados. Tratándose de estos últimos, el precio de adquisición no podrá ser mayor al que se determine mediante avalúo que practicarán las instituciones de crédito o terceros habilitados para ello conforme a las disposiciones aplicables;

X. Se trate de servicios de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones cuya difusión pudiera afectar al interés público o comprometer información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal;

XI. Se trate de adquisiciones, arrendamientos o servicios cuya contratación se realice con campesinos o grupos urbanos marginados y que la dependencia o entidad contrate directamente con los mismos, como personas físicas o morales;

XII. Se trate de adquisiciones de bienes que realicen las dependencias y entidades para su comercialización o para someterlos a procesos productivos en cumplimiento de su objeto o fines propios expresamente establecidos en el acto jurídico de su constitución;

XIII. Se trate de adquisiciones de bienes provenientes de personas que, sin ser proveedores habituales, ofrezcan bienes en condiciones favorables, en razón de encontrarse en estado de liquidación o disolución, o bien, bajo intervención judicial;

XIV. Se trate de servicios profesionales prestados por una persona física, siempre que éstos sean realizados por ella misma sin requerir de la utilización de más de un especialista o técnico;

XV. Se trate de servicios de mantenimiento de bienes en los que no sea posible precisar su alcance, establecer las cantidades de trabajo o determinar las especificaciones correspondientes;

XVI. El objeto del contrato sea el diseño y fabricación de un bien que sirva como prototipo para producir otros en la cantidad necesaria para efectuar las pruebas que demuestren su funcionamiento.

En estos casos la dependencia o entidad deberá pactar que los derechos sobre el diseño, uso o cualquier otro derecho exclusivo, se constituyan a favor de la Federación o de las entidades según corresponda;

XVII. Se trate de equipos especializados, sustancias y materiales de origen químico, físico químico o bioquímico para ser utilizadas en actividades experimentales requeridas en proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, siempre que dichos proyectos se encuentren autorizados por quien determine el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, o

XVIII. Se acepte la adquisición de bienes o la prestación de servicios a título de dación en pago, en los términos de la Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.

#### Artículo 42

Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo anterior, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el importe de cada operación no exceda los montos máximos que al efecto se establecerán en el Presupuesto de Egresos de la Federación, siempre que las operaciones no se fraccionen para quedar comprendidas en los supuestos de excepción a la licitación pública a que se refiere este artículo.

En estos casos, se invitará a personas cuyas actividades comerciales o profesionales estén relacionadas con los bienes o

servicios objeto del contrato a celebrarse.

Cuando diversas áreas de las dependencias o entidades sean las que por sí mismas realicen las contrataciones, los montos a que se refiere este artículo se calcularán de acuerdo con el presupuesto que a cada una de ellas le corresponda ejercer.

La suma de las operaciones que se realicen al amparo de este artículo no podrán exceder del veinte por ciento del presupuesto de adquisiciones, arrendamientos y servicios autorizado a la dependencia o entidad en cada ejercicio presupuestal.

En casos excepcionales, el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, bajo su responsabilidad, podrá fijar un porcentaje mayor al indicado para las operaciones previstas en este artículo, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control.

En el supuesto de que dos procedimientos de invitación a cuando menos tres personas hayan sido declarados desiertos, el titular del área responsable de la contratación en la dependencia o entidad podrá adjudicar directamente el contrato, debiendo informar al comité de adquisiciones, arrendamientos y servicios cuando los anteriores procedimientos hubiesen sido autorizados por el mismo.

### **Artículo 43**

El procedimiento de invitación a cuando menos tres personas se sujetará a lo siguiente:

I. El acto de presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, para lo cual la apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitará a un representante del órgano interno de control en la dependencia o entidad;

II. Para llevar a cabo la adjudicación correspondiente, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas susceptibles de analizarse técnicamente;

III. En las invitaciones se indicarán, como mínimo, la cantidad y descripción de los bienes o servicios requeridos, plazo y lugar de entrega, así como condiciones de pago;

IV. Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijarán para cada operación atendiendo al tipo de bienes o servicios requeridos, así como a la complejidad para elaborar la propuesta;

V. El carácter nacional o internacional en los términos del artículo 28 de esta Ley, y

VI. A las demás disposiciones de esta Ley que resulten aplicables.

## **TITULO CUARTO**

### **De los Contratos**

#### **CAPITULO UNICO**

### **Artículo 44**

En las adquisiciones, arrendamientos y servicios deberá pactarse preferentemente la condición de precio fijo. No obstante, en casos justificados se podrán pactar en el contrato decrementos o incrementos a los precios, de acuerdo con la fórmula o mecanismo de ajuste que determine la convocante previamente a la presentación de las propuestas.

Cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato se presenten circunstancias económicas de tipo general, como resultado de situaciones supervenientes ajenas a la responsabilidad de las partes, que provoquen directamente un aumento o reducción en los precios de los bienes o servicios aún no entregados o prestados o aún no pagados, y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración en la propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente, las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones, conforme a los lineamientos que expida la Contraloría.

Tratándose de bienes o servicios sujetos a precios oficiales, se reconocerán los incrementos autorizados.

#### **Artículo 45**

Los contratos de adquisiciones, arrendamientos y servicios contendrán, como mínimo, lo siguiente:

- I. La autorización del presupuesto para cubrir el compromiso derivado del contrato;
- II. La indicación del procedimiento conforme al cual se llevó a cabo la adjudicación del contrato;
- III. El precio unitario y el importe total a pagar por los bienes o servicios;
- IV. La fecha, lugar y condiciones de entrega;
- V. Porcentaje, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos que se otorguen;
- VI. Forma y términos para garantizar los anticipos y el cumplimiento del contrato;
- VII. Plazo y condiciones de pago del precio de los bienes o servicios;
- VIII. Precisión de si el precio es fijo o sujeto a ajustes y, en este último caso, la fórmula o condición en que se hará y calculará el ajuste;
- IX. Penas convencionales por atraso en la entrega de los bienes o servicios, por causas imputables a los proveedores;
- X. La descripción pormenorizada de los bienes o servicios objeto del contrato, incluyendo en su caso la marca y modelo de los bienes, y
- XI. Salvo que exista impedimento, la estipulación de que los derechos de autor u otros derechos exclusivos, que se deriven de los servicios de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones contratados, invariablemente se constituirán a favor de la Federación o de la entidad, según corresponda.

#### **Artículo 46**

La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído, a formalizar el documento relativo dentro de los veinte días naturales siguientes al de la notificación del fallo.

Si el interesado no firmare el contrato por causas imputables al mismo, dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior, la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 36 de esta Ley, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora, no sea superior al diez por ciento.

El licitante a quien se hubiere adjudicado el contrato no estará obligado a suministrar los bienes o prestar el servicio, si la dependencia o entidad, por causas imputables a la misma, no firmare el contrato. En este supuesto, la dependencia o entidad, a solicitud escrita del licitante, cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El atraso de la dependencia o entidad en la formalización de los contratos respectivos, o en la entrega de anticipos, prorrogará en igual plazo la fecha de cumplimiento de las obligaciones asumidas por ambas partes.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos no podrán cederse en forma parcial ni total en favor de cualquier otra persona, con excepción de los derechos de cobro, en cuyo caso se deberá contar con el consentimiento de la dependencia o entidad de que se trate.

#### **Artículo 47**

Las dependencias y entidades que requieran de un mismo bien o servicio de manera reiterada, podrán celebrar contratos

abiertos conforme a lo siguiente:

I. Se establecerá la cantidad mínima y máxima de bienes por adquirir o arrendar; o bien, el presupuesto mínimo y máximo que podrá ejercerse en la adquisición, el arrendamiento o la prestación del servicio. La cantidad o presupuesto mínimo que se requiera no podrá ser inferior al cuarenta por ciento de la cantidad o presupuesto máximo que se establezca;

En casos de bienes que se fabriquen en forma exclusiva para las dependencias y entidades, la cantidad o presupuesto mínimo que se requiera no podrá ser inferior al ochenta por ciento de la cantidad o presupuesto máximo que se establezca.

No se podrán establecer plazos de entrega en los cuales no sea factible producir los bienes;

II. Se hará una descripción completa de los bienes o servicios con sus correspondientes precios unitarios;

III. En la solicitud y entrega de los bienes o servicios se hará referencia al contrato celebrado, y

IV. Los plazos para el pago de los bienes o servicios no podrán exceder de treinta días naturales.

#### **Artículo 48**

Los proveedores que celebren los contratos a que se refiere esta Ley deberán garantizar:

I. Los anticipos que, en su caso, reciban. Estas garantías deberán constituirse por la totalidad del monto de los anticipos, y

II. El cumplimiento de los contratos.

Para los efectos de este artículo, los titulares de las dependencias o los órganos de gobierno de las entidades, fijarán las bases, forma y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse. En los casos señalados en los artículos 41, fracciones IV, XI y XIV, y 42 de esta Ley, el servidor público que deba firmar el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar al proveedor, de presentar la garantía de cumplimiento del contrato respectivo.

La garantía de cumplimiento del contrato deberá presentarse a más tardar dentro de los diez días naturales siguientes a la firma del contrato, salvo que la entrega de los bienes o la prestación de los servicios se realice dentro del citado plazo y, la correspondiente al anticipo se presentará previamente a la entrega de éste, a más tardar en la fecha establecida en el contrato.

#### **Artículo 49**

Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley se constituirán en favor de:

I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias;

II. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y

III. Las Tesorerías de los estados y municipios, en los casos de los contratos celebrados al amparo de la fracción VI del artículo 1 de esta Ley.

#### **Artículo 50**

Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas siguientes:

I. Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier etapa del procedimiento de contratación tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquéllas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;

II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público;

III. Aquellos proveedores que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente más de un contrato, dentro de un lapso de dos años calendario contados a partir de la notificación de la primera rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante dos años calendario contados a partir de la notificación de la rescisión del segundo contrato;

IV. Las que se encuentren inhabilitadas por resolución de la Contraloría en los términos del Título Sexto de este ordenamiento y Título Séptimo de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas;

V. Los proveedores que se encuentren en situación de atraso en las entregas de los bienes o en la prestación de los servicios por causas imputables a ellos mismos, respecto de otro u otros contratos celebrados con la propia dependencia o entidad, siempre y cuando éstas hayan resultado gravemente perjudicadas;

VI. Aquellas que hayan sido declaradas en suspensión de pagos, estado de quiebra o sujetas a concurso de acreedores;

VII. Aquellas que presenten propuestas en una misma partida de un bien o servicio en un procedimiento de contratación que se encuentren vinculadas entre sí por algún socio o asociado común;

VIII. Las que pretendan participar en un procedimiento de contratación y previamente hayan realizado o se encuentren realizando, por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, en virtud de otro contrato, trabajos de análisis y control de calidad, preparación de especificaciones, presupuesto o la elaboración de cualquier documento vinculado con el procedimiento en que se encuentran interesadas en participar;

IX. Aquellas que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial pretendan ser contratadas para elaboración de dictámenes, peritajes y avalúos, cuando éstos hayan de ser utilizados para resolver discrepancias derivadas de los contratos en los que dichas personas o empresas sean parte;

X. Las que celebren contratos sobre las materias reguladas por esta Ley sin estar facultadas para hacer uso de derechos de propiedad intelectual, y

XI. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley.

### **Artículo 51**

La fecha de pago al proveedor que las dependencias y entidades estipulen en los contratos quedará sujeta a las condiciones que establezcan las mismas; sin embargo, no podrá exceder de cuarenta y cinco días naturales posteriores a la presentación de la factura respectiva, previa entrega de los bienes o prestación de los servicios en los términos del contrato.

En caso de incumplimiento en los pagos a que se refiere el párrafo anterior, la dependencia o entidad, a solicitud del proveedor, deberá pagar gastos financieros conforme al procedimiento establecido en el Código Fiscal de la Federación como si se tratara del supuesto de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días naturales desde que se venció el plazo pactado, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición del proveedor.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el proveedor, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes, conforme a lo señalado en el párrafo anterior. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días naturales desde la fecha del pago, hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

En caso de incumplimiento en la entrega de los bienes o la prestación de los servicios, el proveedor deberá reintegrar los anticipos que haya recibido más los intereses correspondientes, conforme a lo indicado en este artículo. Los cargos se calcularán sobre el monto del anticipo no amortizado y se computarán por días naturales desde la fecha de su entrega

hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

### Artículo 52

Las dependencias y entidades podrán, dentro de su presupuesto aprobado y disponible, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, acordar el incremento en la cantidad de bienes solicitados mediante modificaciones a sus contratos vigentes, dentro de los doce meses posteriores a su firma, siempre que el monto total de las modificaciones no rebase, en conjunto, el veinte por ciento del monto o cantidad de los conceptos y volúmenes establecidos originalmente en los mismos y el precio de los bienes sea igual al pactado originalmente.

Igual porcentaje se aplicará a las modificaciones que por ampliación de la vigencia se hagan de los contratos de arrendamientos o de servicios, cuya prestación se realice de manera continua y reiterada.

Tratándose de contratos en los que se incluyan bienes o servicios de diferentes características, el porcentaje se aplicará para cada partida o concepto de los bienes o servicios de que se trate.

Cuando los proveedores demuestren la existencia de causas justificadas que les impidan cumplir con la entrega total de los bienes conforme a las cantidades pactadas en los contratos, las dependencias y entidades podrán modificarlos mediante la cancelación de partidas o parte de las cantidades originalmente estipuladas, siempre y cuando no rebase el cinco por ciento del importe total del contrato respectivo.

Cualquier modificación a los contratos deberá formalizarse por escrito por parte de las dependencias y entidades, los instrumentos legales respectivos serán suscritos por el servidor público que lo haya hecho en el contrato o quien lo sustituya o esté facultado para ello.

Las dependencias y entidades se abstendrán de hacer modificaciones que se refieran a precios, anticipos, pagos progresivos, especificaciones y, en general, cualquier cambio que implique otorgar condiciones más ventajosas a un proveedor comparadas con las establecidas originalmente.

### Artículo 53

Las dependencias y entidades deberán pactar penas convencionales a cargo del proveedor por atraso en el cumplimiento de las fechas pactadas de entrega o de la prestación del servicio, las que no excederán del monto de la garantía de cumplimiento del contrato, y serán determinadas en función de los bienes o servicios no entregados o prestados oportunamente. En las operaciones en que se pactare ajuste de precios, la penalización se calculará sobre el precio ajustado.

Los proveedores quedarán obligados ante la dependencia o entidad a responder de los defectos y vicios ocultos de los bienes y de la calidad de los servicios, así como de cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en la legislación aplicable.

Los proveedores cubrirán las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiere estar sujeta la importación de bienes objeto de un contrato, y en estos casos no procederán incrementos a los precios pactados, ni cualquier otra modificación al contrato.

### Artículo 54

Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del proveedor, en cuyo caso el procedimiento deberá iniciarse dentro de los quince días naturales siguientes a aquél en que se hubiere agotado el monto límite de aplicación de las penas convencionales. Si previamente a la determinación de dar por rescindido el contrato, se hiciera entrega de los bienes o se prestaren los servicios, el procedimiento iniciado quedará sin efecto.

El procedimiento de rescisión se llevará a cabo conforme a lo siguiente:

I. Se iniciará a partir de que al proveedor le sea comunicado por escrito el incumplimiento en que haya incurrido, para que en un término de diez días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte, en su caso, las pruebas que estime pertinentes;

II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubiere hecho valer, y

III. La determinación de dar o no por rescindido el contrato deberá ser debidamente fundada, motivada y comunicada al proveedor dentro de los quince días hábiles siguientes a lo señalado en la fracción I de este artículo.

Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurran razones de interés general, o bien, cuando por causas justificadas se extinga la necesidad de requerir los bienes o servicios originalmente contratados, y se demuestre que de continuar con el cumplimiento de las obligaciones pactadas, se ocasionaría algún daño o perjuicio al Estado. En estos supuestos la dependencia o entidad reembolsará al proveedor los gastos no recuperables en que haya incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato correspondiente.

### Artículo 55

Las dependencias y entidades estarán obligadas a mantener los bienes adquiridos o arrendados en condiciones apropiadas de operación y mantenimiento, así como vigilar que los mismos se destinen al cumplimiento de los programas y acciones previamente determinados.

Para los efectos del párrafo anterior, las dependencias y entidades en los contratos de adquisiciones, arrendamientos o servicios, deberán estipular las condiciones que garanticen su correcta operación y funcionamiento; en su caso, la obtención de una póliza de seguro por parte del proveedor, que garantice la integridad de los bienes hasta el momento de su entrega y, de ser necesario, la capacitación del personal que operará los equipos.

La adquisición de materiales cuyo consumo haga necesaria invariablemente la utilización de equipo propiedad del proveedor podrá realizarse siempre y cuando en las bases de licitación se establezca que a quien se adjudique el contrato deberá proporcionar el citado equipo sin costo alguno para la dependencia o entidad durante el tiempo requerido para el consumo de los materiales.

## TITULO QUINTO

### De la Información y Verificación

#### CAPITULO UNICO

### Artículo 56

La forma y términos en que las dependencias y entidades deberán remitir a la Contraloría, a la Secretaría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

La información a que se refiere el último párrafo del artículo 26 de esta Ley deberá remitirse por las dependencias y entidades a la Contraloría a través de medios magnéticos o remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que para tal efecto establezca la propia Contraloría.

Las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de los actos y contratos materia de este ordenamiento, cuando menos por un lapso de tres años, contados a partir de la fecha de su recepción; excepto la documentación contable, en cuyo caso se estará a lo previsto por las disposiciones aplicables.

### Artículo 57

La Contraloría, en el ejercicio de sus facultades, podrá verificar, en cualquier tiempo, que las adquisiciones, arrendamientos y servicios se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables. Si la Contraloría determina la nulidad total del procedimiento de contratación por causas imputables a la convocante, la dependencia o entidad reembolsará a los licitantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

La Contraloría podrá realizar las visitas e inspecciones que estime pertinentes a las dependencias y entidades que realicen adquisiciones, arrendamientos y servicios, e igualmente podrá solicitar a los servidores públicos y a los proveedores que participen en ellas todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

### **Artículo 58**

La Contraloría podrá verificar la calidad de las especificaciones de los bienes muebles a través de los laboratorios, instituciones educativas y de investigación o con las personas que determine, en los términos que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y que podrán ser aquéllos con los que cuente la dependencia o entidad de que se trate.

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el proveedor y el representante de la dependencia o entidad respectiva, si hubieren intervenido. La falta de firma del proveedor no invalidará dicho dictamen.

## **TITULO SEXTO**

### **De las Infracciones y Sanciones**

#### **CAPITULO UNICO**

### **Artículo 59**

Los licitantes o proveedores que infrinjan las disposiciones de esta Ley, serán sancionados por la Contraloría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta hasta mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción.

### **Artículo 60**

La Contraloría, además de la sanción a que se refiere el artículo anterior, inhabilitará temporalmente para participar en procedimientos de contratación o celebrar contratos regulados por esta Ley, al licitante o proveedor que se ubique en alguno de los supuestos siguientes:

- I. Los licitantes que injustificadamente y por causas imputables a los mismos no formalicen el contrato adjudicado por la convocante;
- II. Los proveedores que se encuentren en el supuesto de la fracción III del artículo 50 de este ordenamiento, respecto de dos o más dependencias o entidades;
- III. Los proveedores que no cumplan con sus obligaciones contractuales por causas imputables a ellos y que, como consecuencia, causen daños o perjuicios graves a la dependencia o entidad de que se trate; así como, aquellos que entreguen bienes con especificaciones distintas de las convenidas, y
- IV. Los licitantes o proveedores que proporcionen información falsa o que actúen con dolo o mala fe en algún procedimiento de contratación, en la celebración del contrato o durante su vigencia, o bien, en la presentación o desahogo de una queja en una audiencia de conciliación o de una inconformidad.

La inhabilitación que se imponga no será menor de tres meses ni mayor de cinco años, plazo que comenzará a contarse a partir del día siguiente a la fecha en que la Contraloría la haga del conocimiento de las dependencias y entidades, mediante la publicación de la circular respectiva en el Diario Oficial de la Federación.

Las dependencias y entidades dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que tengan conocimiento de alguna infracción a las disposiciones de esta Ley, remitirán a la Contraloría la documentación comprobatoria de los hechos presumiblemente constitutivos de la infracción.

### **Artículo 61**

La Contraloría impondrá las sanciones considerando:

- I. Los daños o perjuicios que se hubieren producido o puedan producirse;
- II. El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- III. La gravedad de la infracción, y

#### IV. Las condiciones del infractor.

La Contraloría impondrá las sanciones administrativas de que trata este Título, con base en las disposiciones relativas de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

#### Artículo 62

La Contraloría aplicará las sanciones que procedan, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de este ordenamiento.

#### Artículo 63

Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley serán independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

#### Artículo 64

No se impondrán sanciones cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

### TITULO SEPTIMO

#### De las Inconformidades y del Procedimiento de Conciliación

#### CAPITULO I

#### De las inconformidades

#### Artículo 65

Las personas interesadas podrán inconformarse ante la Contraloría por cualquier acto del procedimiento de contratación que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley.

La inconformidad será presentada, a elección del promovente, por escrito o a través de medios remotos de comunicación electrónica que al efecto establezca la Contraloría, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que ocurra el acto o el inconforme tenga conocimiento de éste.

Transcurrido el plazo establecido en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley.

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten a la Contraloría las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de contratación, a fin de que las mismas se corrijan.

La falta de acreditamiento de la personalidad del promovente será causa de desechamiento.

#### Artículo 66

En la inconformidad que se presente en los términos a que se refiere este Capítulo, el promovente deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos que aduce son irregulares y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones de esta Ley y a las demás que resulten aplicables.

Cuando una inconformidad se resuelva como no favorable al promovente por resultar notoriamente improcedente y se advierta que se hizo con el único propósito de retrasar y entorpecer la continuación del procedimiento de contratación; se le impondrá multa conforme lo establece el artículo 59 de esta Ley.

#### Artículo 67

En las inconformidades que se presenten a través de medios remotos de comunicación electrónica deberán utilizarse

medios de identificación electrónica en sustitución de la firma autógrafa.

Dichas inconformidades, la documentación que las acompañe y la manera de acreditar la personalidad del promovente, se sujetarán a las disposiciones técnicas que para efectos de la transmisión expida la Contraloría, en cuyo caso producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los medios de identificación y documentos correspondientes.

### **Artículo 68**

La Contraloría podrá de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, realizar las investigaciones que resulten pertinentes, a fin de verificar que los actos de cualquier procedimiento de contratación se ajustan a las disposiciones de esta Ley, dentro de un plazo que no excederá de cuarenta y cinco días naturales contados a partir de la fecha en que tenga conocimiento del acto irregular. Transcurrido dicho plazo, deberá emitir la resolución correspondiente dentro de los treinta días hábiles siguientes.

La Contraloría podrá requerir información a las dependencias o entidades correspondientes, quienes deberán remitirla dentro de los diez días naturales siguientes a la recepción del requerimiento respectivo.

Una vez admitida la inconformidad o iniciadas las investigaciones, la Contraloría deberá hacerlo del conocimiento de terceros que pudieran resultar perjudicados, para que dentro del término a que alude el párrafo anterior manifiesten lo que a su interés convenga. Transcurrido dicho plazo sin que el tercero perjudicado haga manifestación alguna, se tendrá por precluido su derecho.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere este artículo, la Contraloría podrá suspender el procedimiento de contratación, cuando:

I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o a las que de ella deriven, o bien, que de continuarse con el procedimiento de contratación pudiera producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate, y

II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público. La dependencia o entidad deberá informar dentro de los tres días hábiles siguientes a la notificación de la suspensión, aportando la justificación del caso, si con la misma no se causa perjuicio al interés social o bien, se contravienen disposiciones de orden público, para que la Contraloría resuelva lo que proceda.

Cuando sea el inconforme quien solicite la suspensión, éste deberá garantizar los daños y perjuicios que pudiera ocasionar, mediante fianza por el monto que fije la Contraloría, de conformidad con los lineamientos que al efecto expida; sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efecto la suspensión.

### **Artículo 69**

La resolución que emita la Contraloría tendrá por consecuencia:

I. La nulidad del acto o actos irregulares estableciendo, cuando proceda, las directrices necesarias para que el mismo se reponga conforme a esta Ley;

II. La nulidad total del procedimiento, o

III. La declaración relativa a lo infundado de la inconformidad.

### **Artículo 70**

En contra de la resolución de inconformidad que dicte la Contraloría, se podrá interponer el recurso que establece la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, o bien, impugnarla ante las instancias jurisdiccionales competentes.

## **CAPITULO II**

### **Del procedimiento de conciliación**

#### **Artículo 71**

Los proveedores podrán presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tengan celebrados con las dependencias y entidades.

Una vez recibida la queja respectiva, la Contraloría señalará día y hora para que tenga verificativo la audiencia de conciliación y citará a las partes. Dicha audiencia se deberá celebrar dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de recepción de la queja.

La asistencia a la audiencia de conciliación será obligatoria para ambas partes, por lo que la inasistencia por parte del proveedor traerá como consecuencia el tenerlo por desistido de su queja.

#### Artículo 72

En la audiencia de conciliación, la Contraloría tomando en cuenta los hechos manifestados en la queja y los argumentos que hiciere valer la dependencia o entidad respectiva, determinará los elementos comunes y los puntos de controversia y exhortará a las partes para conciliar sus intereses, conforme a las disposiciones de esta Ley, sin prejuzgar sobre el conflicto planteado.

En caso de que sea necesario, la audiencia se podrá realizar en varias sesiones. Para ello, la Contraloría señalará los días y horas para que tengan verificativo. En todo caso, el procedimiento de conciliación deberá agotarse en un plazo no mayor de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya celebrado la primera sesión.

De toda diligencia deberá levantarse acta circunstanciada, en la que consten los resultados de las actuaciones.

#### Artículo 73

En el supuesto de que las partes lleguen a una conciliación, el convenio respectivo obligará a las mismas, y su cumplimiento podrá ser demandado por la vía judicial correspondiente. En caso contrario, quedarán a salvo sus derechos, para que los hagan valer ante los tribunales federales.

## TRANSITORIOS

#### Artículo Primero

La presente Ley entrará en vigor a los sesenta días siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

#### Artículo Segundo

Se abroga la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

#### Artículo Tercero

Las disposiciones administrativas expedidas en esta materia, vigentes al momento de la publicación de este ordenamiento, se seguirán aplicando en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden las que deban sustituirlas.

#### Artículo Cuarto

El Ejecutivo Federal expedirá el Reglamento de esta Ley en un plazo no mayor a 120 días naturales, contados a partir del día siguiente en que entre en vigor el presente ordenamiento.

#### Artículo Quinto

Los procedimientos de contratación, de aplicación de sanciones, y de inconformidades, así como los demás asuntos que se encuentren en trámite o pendientes de resolución se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes al momento en el que se iniciaron.

Los contratos de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios de cualquier naturaleza que se encuentren vigentes al entrar en vigor esta Ley, continuarán rigiéndose por las disposiciones vigentes en el momento en que se celebraron. Las rescisiones administrativas que por causas imputables al proveedor se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se continuarán considerando para los efectos de los artículos 50, fracción III, y 60 de esta Ley.

México, D.F., a 30 de noviembre de 1999.- Sen. Dionisio Pérez Jácome, Vicepresidente en funciones.- Dip. Francisco José Paoli Bolio, Presidente.- Sen. Raúl Juárez Valencia, Secretario.- Dip. Francisco J. Loyo Ramos, Secretario.- Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y nueve.- Ernesto Zedillo Ponce de León.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, Diódoro Carrasco Altamirano.- Rúbrica.

# Project Management Body of Knowledge (PMBOK)

Revision 0.0

Prepared By:

Janis Hofer & Tony Khoo

## 1 ABSTRACT

This paper gives information about the Project Management Body of Knowledge, hereafter known as PMBOK. The PMBOK describes knowledge and practices that can be applied to most projects most of the time, and are generally accepted as being useful and of value. It also provides a common terminology for communications about Project Management. The PMBOK applies to projects in all industries, including Software development.

## TABLE OF CONTENTS

1	ABSTRACT .....	2
2	INTRODUCTION .....	4
3	DEFINITIONS.....	5
4	PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE.....	6
5	PMBOK GUIDE .....	7
5.1	PMBOK FRAMEWORK .....	7
5.2	PMBOK KNOWLEDGE AREAS .....	8
5.2.1	<i>Integration Management</i> .....	8
5.2.2	<i>Scope Management</i> .....	10
5.2.3	<i>Time Management</i> .....	14
5.2.4	<i>Cost Management</i> .....	22
5.2.5	<i>Quality Management</i> .....	25
5.2.6	<i>Human Resources Management</i> .....	26
5.2.7	<i>Communications Management</i> .....	28
5.2.8	<i>Risk Management</i> .....	31
5.2.9	<i>Procurement Management</i> .....	35
6	COMPARISON OF PMBOK KNOWLEDGE AREAS WITH CMM KEY PROCESS AREAS	39
7	SUMMARY .....	40
9.	ACRONYMS .....	43
10	REFERENCES .....	44

## 2 INTRODUCTION

The PMBOK provides a common framework for project management practices. It describes the business rules of project management and a code of best practices. It also gives a generalized view of how project management processes interact.

### 3 DEFINITIONS

The PMBOK provides the following definitions:

- ?? "*Operations* are ongoing and repetitive ...a *project* is a temporary endeavor undertaken to create a unique product or service" [PMBOK]
- ?? "*Project management* is the application of knowledge, skills, tools and techniques to meet project requirements" [PMBOK]

Note that the PMBOK makes a distinction between the ongoing operations and a project, which has a start and end.

#### 4 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

The Project Management Institute (PMI) is a non-profit professional association established in 1969. The headquarters is in Pennsylvania, USA, with over 43,000 members worldwide. It is affiliated with other management organizations around the world. The first document published by the PMI in 1983 focused on ethics, standards, academic accreditation and certification. This was developed into the PMBOK. The current version was published in 2000, but it is a work in progress with the next release planned for 2004. [AUGS]

## 5 PMBOK GUIDE

The PMBOK guide is divided into 2 sections. The first section is about the PMBOK framework and the second section describes the nine knowledge areas.

### 5.1 PMBOK Framework

The framework section contains the Introduction and Definition of terms, the Project Management Context and the Project Management Processes.

#### 5.1.1 Introduction and Definition of Terms

The introduction defines the terms used and gives an overview of the rest of the guide.

#### 5.1.2 PMBOK Framework Context

The PM context concerns the issues that are outside of the daily activities of managing a project.

- **Project phase and lifecycles** discusses the common characteristics of the lifecycle phases and gives examples from actual projects.
- **Project Stakeholders** are defined as being an individual or organization that is involved in the project or affected by it. It is very important to identify all of the stakeholders in order determine and manage their requirements and expectations.
- **Organizational influences** are things that are likely to affect the project such as reward systems, company structure and culture. For example, if a company is very conservative and the project involve new technology then risk management is very important.
- **Key management skills** are activities such as managing work relationships, conflict resolution, personal time management and so on.
- **Social-economic-environmental influences** are issues such as standards & regulations and aspects of doing business internationally. For example, US client required that all measurements be Imperial, that French be removed and possibly replaced with Spanish and that spelling be American on all displays and reports.

#### 5.1.3 Project Management Processes

The PMBOK organizes processes into 5 process groups:

- **Initiating** - processes that authorize and setup the project or phase.

- **Planning** - processes that define and refine the objectives and select a course of action
- **Executing** - coordinating resources and carrying out the plan
- **Controlling** - processes that monitor and measure progress to identify and correct problems.
- **Closing** - processes that cover the formal acceptance and wrap-up of the project.

## 5.2 PMBOK Knowledge Areas

The PMBOK describes the inputs, the tools and techniques and the outputs for each Knowledge Area. The output from each phase is usually input to the next.

The main knowledge areas are Integration Management, Scope Management, Time Management and Cost Management. The other five areas are Quality Management, Human Resources Management, Risk Management and Procurement Management.

### 5.2.1 Integration Management

Integration Management processes ensure that the scope, time and cost aspects of the project are coordinated, and also deals with the integration of the product with the on-going operations. Product scope and project scope must also be integrated.

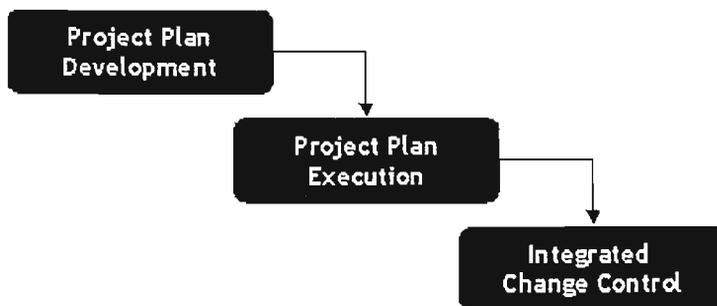


Figure 1. Integration Management Steps

#### 5.2.1.1 Project Plan Development

Development processes for combine the output from all of the planning processes to create a consistent, comprehensive project plan document.

This plan will be used to guide the execution and control processes and also to communicate with the stakeholders.



Figure 2. Project Plan Development Flow

Earned Value Management is a technique to compare the planned value of work with the earned (actual) value and the actual costs to determine the schedule and cost variance. The actual value less the planned value is the schedule variance. The actual cost less the earned value is the cost variance. This is useful information for evaluating the current project and as historical data for future projects.

### 5.2.1.2 Project Plan Execution

The plan execution involves performing the activities to carry out the plan to create the product.

It's very important to monitor and measure the performance to identify problems as quickly as possible. The sooner they are fixed, the less it costs.

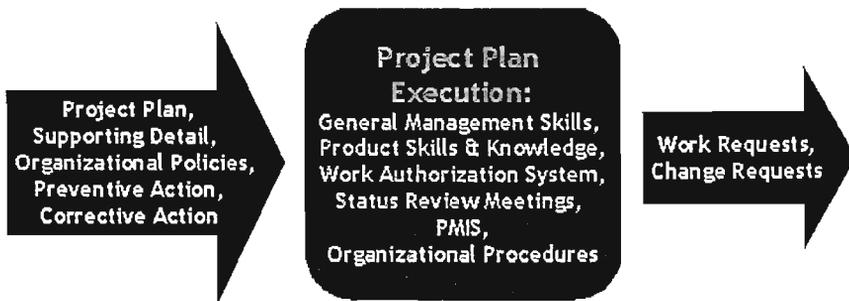


Figure 3. Project Plan Execution Flow

The project team must have sufficient knowledge about the product and the skills necessary to develop the product.

### 5.2.1.3 Integrated Change Control

This phase coordinates the changes across the project. For example changing the scope will affect the schedule and cost. It includes configuration management.



Figure 4. Integrated Change Control Flow

The Change Control System is a set of procedures that define how the project will be monitored and evaluated.

### 5.2.2 Scope Management

This consists of processes to ensure that project includes all of the required work and that there is no extra work. This is called "gold-plating" and can have serious effects on the schedule and cost. It is particularly serious if it impacts the performance of the required work.

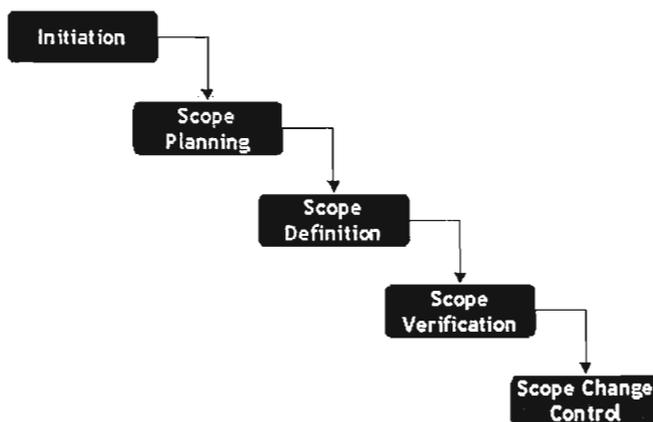


Figure 5.Scope Management Steps

### 5.2.2.1 Scope Initiation

Processes that authorize the project or phase belong to scope initiation. This includes methods for defining the decision criteria, and selecting and measuring the value of the project. A project is usually started because of a business need or opportunity, or a customer request. There is a general idea of what is required.



Figure 6.Scope Initiation Flow

Project selection methods are used to choose from the alternative ways of doing the project, based on the estimated value of each approach. There are two basic methods for selecting and evaluating projects as shown below. The mathematical method would be probably be used for a new type of project where there was no useful model or historical data.

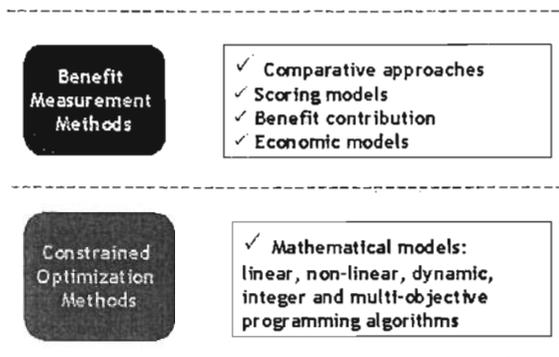


Figure 7. Project Selection Methods

### 5.2.2.2 Scope Planning

The planning phase consists of progressively defining and documenting the project work, until the stakeholders agree upon the objectives and deliverables. The project scope statement is revised as needed to reflect this and is the basis for future decisions.



Figure 8. Scope Planning Flow

Product analysis uses techniques to gain a better understanding of the product. The documentation should give the reasons why alternatives were not selected, as this information can be useful for future projects.

### 5.2.2.3 Scope Definition

The deliverables are subdivided into components for easier measure and control. This phase is critical to the project success, since the deliverables are documented in detail and the work breakdown structures are developed. Any work that is not identified in the scope statement is outside of the scope.



Figure 9.Scope Definition Flow

### 5.2.2.4 Scope Verification

Stakeholder review and acceptance of the scope is obtained in the verification phase. If it isn't accepted, then either the scope is revised or the project is suspended. It is important to be sure that stakeholders agree to the scope, as anything outside it is a change request.



Figure 10.Scope Verification Flow

### 5.2.2.5 Scope Change Control

Ensure that all stakeholders agree to all changes. It can be difficult to define scope and identify changes when the product characteristics still being determined. Assess the magnitude of the changes.



Figure 11.Scope Change Control Flow

### 5.2.3 Time Management

Time management is fundamental to any project and especially software where it often suffers from schedule overruns. The PMBOK offers a structured way to assess the time or duration of a software project in the following steps -

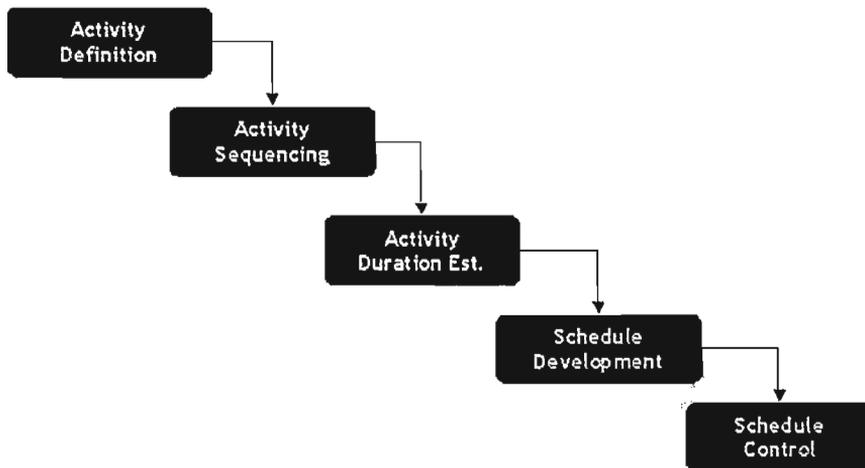


Figure 12. Time Management Steps

Each of these steps is considered fundamental to determine a credible schedule. A *credible* schedule is not necessarily accurate but rather a general consensus that the duration is reasonable for the project scope. The level of confidence in schedules at the beginning of a project is very low due to inconsistent, incomplete, and conflicting requirements. However, as we naturally progress through the project lifecycle so does our knowledge of the problem domain.

#### 5.2.3.1 Activity Definition

This involves determining the major tasks and deliverables for each phase of the software project. This is the requirements analysis and gathering phase of the project that concentrates on the "what" and not the "how".



Figure 13. Activity Definition Flow

The *Decomposition* portion is to breakup the project into manageable sizes. A good approach is to decompose using the following techniques:

1. *Conceptual* - Stakeholder perspective of a system and its components.
2. *Functional* - Starting with large areas of responsibilities that become more granular with detailed information;
3. *Logical* - Correspond to a commonly accepted format or standard that can be used to correlate activities. An example would be the ISO 7-layer software model that can be used to allocate tasks;
4. *Behavioral* - This captures the project based on context sensitive functional or logical areas.

*Activity Templates* are extremely useful to reuse historical activities from previous projects and apply them. Extreme care must be taken when applying previous activities. Conditions surrounding the original activity should be largely duplicated for the existing activity project.

Activities that are often not accounted during definition are as follows:

- Progress Reports (i.e. metric collection)
- Meetings (i.e. General, code reviews, etc.)
- Training
- Travel
- Holidays (Personal + Statutory), Sick days, and Maternity Leave
- Document Preparation
- Reading emails
- Development Standard (i.e. MIL-STD 498, Agile, etc.)

### 5.2.3.2 Activity Sequencing

After identifying the activities for a project it is necessary to relate each activity such that they can be allocated to phases within a project to be manageable.



Figure 14. Activity Sequencing Flow

One of the more important aspects of sequencing is to categorize activities as *mandatory*, *discretionary*, or *external dependencies*. This allows identifying the critical and non-critical activities that have the most schedule flexibility if and when the schedule becomes an issue.

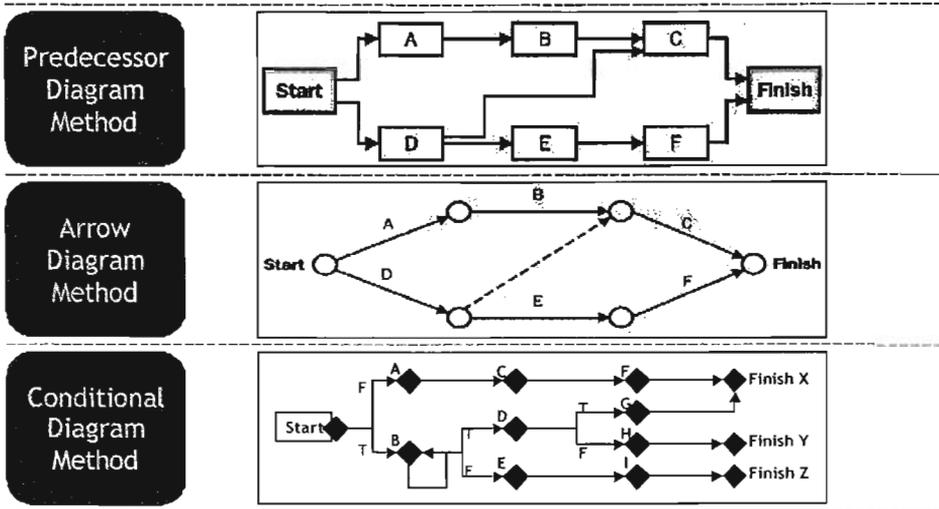


Figure 15. Sequencing Methods

The various sequencing methods that PMBOK proposes each have strengths of weakness as follows:

1. Predecessor Diagram Method (PDM)
  - ✘✘ Flexible (Lead & Lag, etc.)
  - ✘✘ Finish-to-Start, Finish-to-Finish, Start-to-Start, Start-to-Finish
  - ✘✘ Perform simulations
  - ✘✘ More complex
2. Arrow Diagram Method (ADM)
  - ✘✘ Easiest to understand & manage
  - ✘✘ Only Finish-to-Start
  - ✘✘ Longest Duration
  - ✘✘ Waterfall
  - ✘✘ Inflexible
  - ✘✘ No simulations
3. Conditional Diagram Method (CDM)
  - ✘✘ Able to view all scenarios
  - ✘✘ Supports non-sequential and conditional activities
  - ✘✘ Difficult to know conditions a priori

In summary, the PDM offers the most flexibility in sequencing activities as it already incorporates ADM and CDM.

### 5.2.3.3 Activity Duration Estimation

Each activity that has been identified and sequenced is now allocated duration of time to be completed.



Figure 16. Activity Duration Estimation Flow

Several key elements that increase the accuracy of estimates includes -

- **Estimate More** - It has been shown that the accuracy of estimating is correlated to how often estimation is conducted. The more you perform estimating the better you will become;
- **Estimate Smaller** - Based on previous experience, when the activities are created through decomposition it is better to have tasks lasting approximately 40 - 80 hrs. We are better able to understand and cope with a shorter duration and can better predict activities on this time scale;
- **Network** - Build a network of colleagues in different industries that can offer insights and a sanity check against your estimates;
- **Paired Comparison** - It has been shown that humans are better able to make relative versus absolute judgments. This applies to sizing of software, where an entity can be judged based on a comparing it with another similar software entity;
- **Contingency is OK** - It is natural to build-in a buffer or add contingency when there is an element of uncertainty. It is fine to initially have contingency when determining a rough order of magnitude. It is not until time has passed when we can refine estimates and decrease this "buffer" time;
- **Do Not Be Bullied** - Estimates should be verified and validated using corporate policies and procedures or at the very least by your peers. Although your estimates have been confirmed, there may be pressure to reduce estimates to

fit a particular preconceived notion of project timelines. Try to resist any attempts to reduce confirmed estimates unless there is a compelling reason to do so.

#### 5.2.3.4 Schedule Development

This phase assembles all confirmed activities and their estimates into an overall project schedule that gives details from the start to the finish.

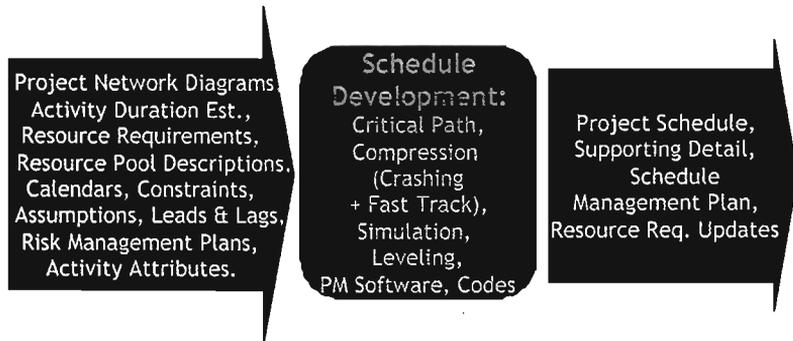


Figure 17. Schedule Development Flow

All of the techniques of determining critical path, compression options, resource leveling, and simulating different scenarios must be used. A contingency plan should also be considered, well in advance, that identifies an alternative schedule to adopt if necessary - this is part of risk management.

It is important that the schedule should reflect the prescribed software life cycle. Very often management presents schedules and progress reports as sequential activities (i.e. waterfall) that are not representative.

#### 5.2.3.5 Schedule Control

This tries to *influence the factors that create schedule changes to ensure that changes are agreed upon, determines the schedule has changed, and manages those changes.* [PMBOK]



Figure 18. Schedule Control Flow

Determining a change in the schedule is important but we wish to *anticipate* changes. The difference is *reactive* versus *proactive* in managing projects. This requires that projects are able to track key indicators of impending change of the schedule as follows:

### 1. External

- Economic, Political, Regulatory, Business Opportunities, Business Setbacks, Competitor's Innovation, System Scope, etc.

### 2. Internal

- Changes in Management, Corporate Politics, Changes in Requirements, Human Resources, Changes in Standards, Changes in Technology, etc.

Knowing the possible factors that affect the schedule, there is only a limited set of options available to effectively control the project -

- Allocate more resources
- Allocate *better* resources
- Renegotiate timeline and/or functionality
- Modify working time
- Parallel activities
- Reduce discretionary activities (i.e. code reviews, testing, quality, etc.)
- Better tools
- Concentrate on the risks
- Prioritize requirements
- Apply Iterative/Incremental

### 5.2.4 Cost Management

All projects have a certain amount of fiscal responsibility. The budget for a project needs to be closely monitored as the profit margin is determined by how well it is followed.

As with determining the schedule, the steps in cost estimation are considered fundamental to assuring the success of a project. Underestimating will result in insufficient funds to complete the project, whereas overestimating will jeopardize the chances of getting funding for a project.

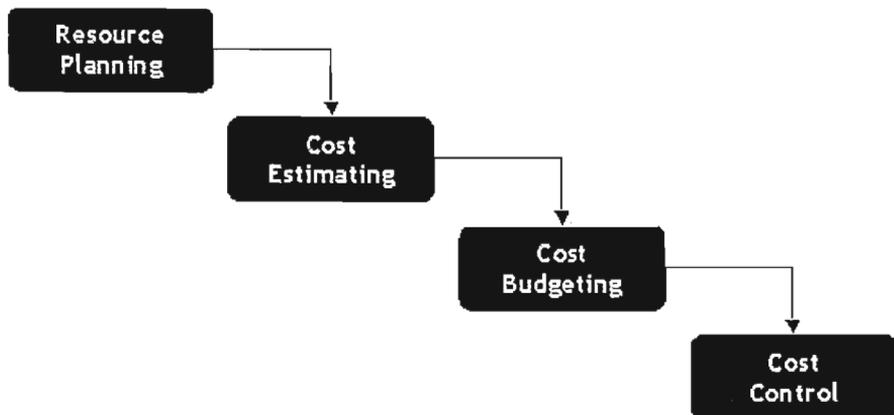


Figure 19. Cost Management Steps

#### 5.2.4.1 Resource Planning



Figure 20. Resource Planning Flow

When determining the resources the following should be considered -

- Discretionary activities - All discretionary activities will require additional resources;

- Reuse - Re-factoring and relying on previously information, source code, documents may help reduce resource requirements;
- Management time - Depending on the size of the project, it may require more people dedicated to tracking;
- Support Teams - Dedicated individuals in data management, configuration management, and information technology are needed.

#### 5.2.4.2 Cost Estimating



Figure 21. Cost Estimating Flow

It is appropriate to start with a rough order of magnitude to better understand the general dollar size of the project. However, this needs to be refined in the following phases that use all necessary means to both verify and validate.

SEER-SEM is a commercially available tool that has a repository of project information to help with estimating the cost and schedule. This parametric model relies on its data points and project specific questions to predict associated costs. Such tools are good because they are able to record variables that would otherwise be difficult to understand, assimilate, and remember.

### 5.2.4.3 Cost Budgeting



Figure 22. Cost Budgeting Flow

The initial cost estimates are allocated to each phase and activity of the project. Use of a CASE Tool to manage allocation of budget, tracking actual and variances, and identifying potential problems is important.

### 5.2.4.4 Cost Control



Figure 23. Cost Control Flow

Typical options for controlling costs -

- Allocate better resources
- Renegotiate timeline and/or functionality
- Modify working time
- Reduce discretionary activities (Processes, training, trips, etc.)
- Concentrate on the risks
- Prioritize requirements

### 5.2.5 Quality Management

"Project quality management includes the processes required to ensure that the project will satisfy the needs for which it was undertaken. It includes all activities of the overall management function that determine the quality policy, objectives, and responsibilities and implements them..." [PMBOK]

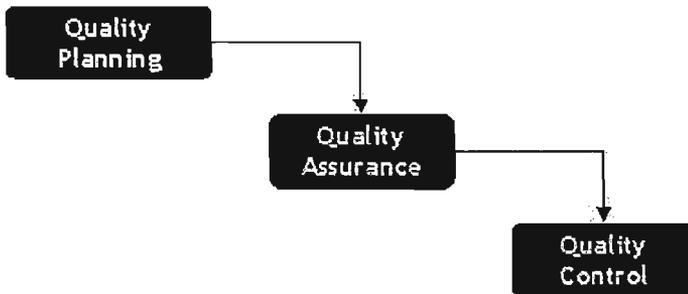


Figure 24. Quality Management Steps

#### 5.2.5.1 Quality Planning

The quality planning processes are those that identify which standards apply to the project and how to meet them. As the saying goes "you can't test quality in".



Figure 25. Quality Planning Flow

#### 5.2.5.2 Quality Assurance

"The planned and systematic activities implemented within the quality system to provide confidence that the project will satisfy the relevant quality standards"  
[PMBOK]



Figure 26. Quality Assurance Flow

The quality audits can be carried out internally or by external quality assurance consultants.

### 5.2.5.3 Quality Control

Quality control monitoring should be performed throughout the project to ensure that the results are satisfactory. Statistics used to determine if the results are acceptable include: number of errors, degree of conformity, unusual events and normal process variation, tolerances and control limits.



Figure 27. Quality Control Flow

### 5.2.6 Human Resources Management

These processes ensure that all of the people and resources involved in the project are used as effectively as possible. The general management skills discussed in the PMBOK Framework Context are of great importance.

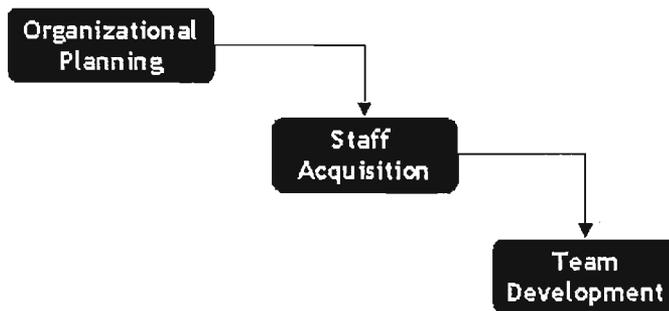


Figure 28. Human Resources Management Steps

### 5.2.6.1 Organizational Planning

“Organizational planning involves identifying, documenting, and assigning project roles, responsibilities and reporting relationships” [PMBOK]

The staffing management plan gives details of how many people will be put onto the project and in what phase. It should also say when they would be released from the project. An important aspect of the staffing is whether the people must already have certain skills or can be given training.



Figure 29. Organizational Planning Flow

### 5.2.6.2 Staff Acquisition

This entails ensuring that sufficient personnel are available to meet the project requirements. If possible, they can be assigned from within the organization. If not, they must be recruited by the organization or contracted from a consulting company.



Figure 30. Staff Acquisition Flow

### 5.2.6.2 Team Development

This involves improving the effectiveness of each member of the team and increasing their ability to function together as a team. Team building activities can include activities to enhance interpersonal relationships and training, such as skill enhancements or dealing with conflict.

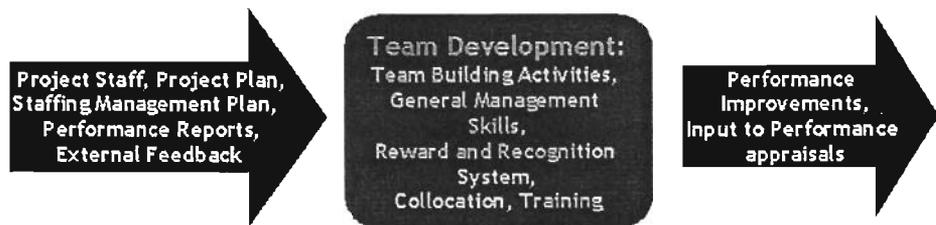


Figure 31. Team Development Flow

### 5.2.7 Communications Management

These are the processes that ensure timely generation, collection, distribution, storage and archiving of all of the project information.

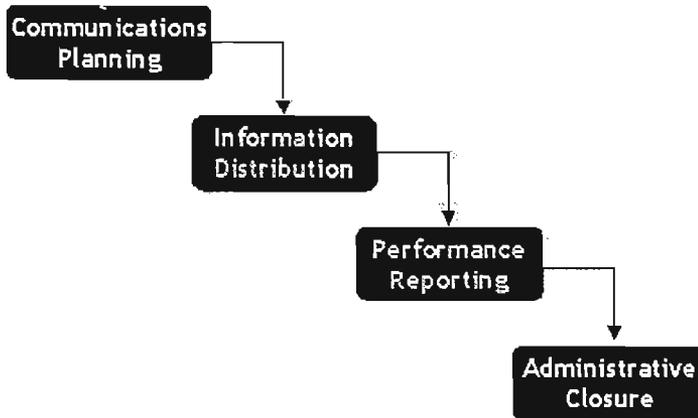


Figure 32. Communications Management Steps

### 5.2.7.1 Communications Planning

The communications plan describes what information will be provided and to whom it will be given, who will provide it, and when and how it will be provided.



Figure 33. Communications Planning Flow

### 5.2.7.2 Information Distribution

This involves giving the information to the stakeholders, as they need it, according to the communications plan. There may also be a need to respond to unexpected information requests.



Figure 34. Information Distribution Flow

### 5.2.7.3 Performance Reporting

These processes ensure that information is collected and distributed about how the resources are being used to achieve the project plan. This usually includes status and progress reports on scope, schedule, cost and quality.



Figure 35. Performance Reporting Flow

### 5.2.7.4 Administrative Closure

This consists of documenting the project results, and archiving all documents. The PMBOK says that this should be done at the end of each phase, not just at the end of the project.

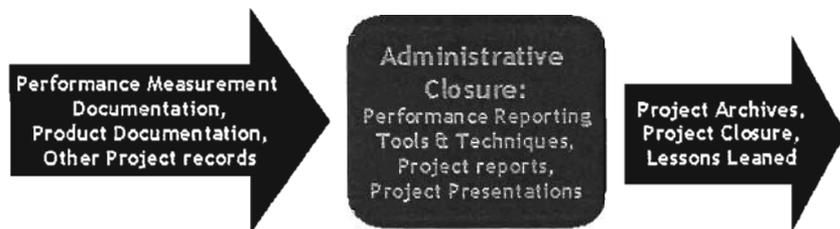


Figure 36. Administrative Closure

### 5.2.8 Risk Management

"The systematic process of identifying, analyzing and responding to project risk ... Project risk is an uncertain event or condition that, if it occurs, has a positive or negative effect on a project objective" [PMBOK]

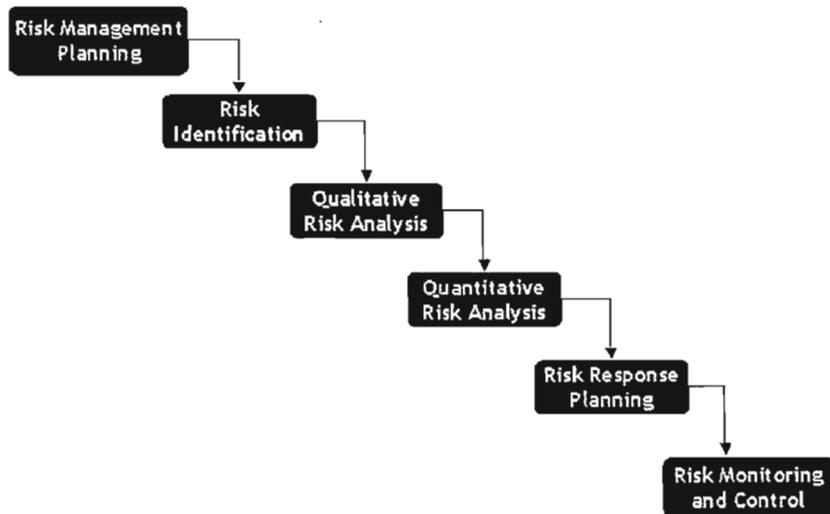


Figure 37. Risk Management Steps

#### 5.2.8.1 Risk Management Planning

This involves ensuring that the level, type and visibility of risk management are appropriate for the project.



Figure 38. Risk Management Planning

#### 5.2.8.2 Risk Identification

It is important to identify and document what risks may affect the project. Risk categories include: technical, quality and performance, project management, organizational and external.

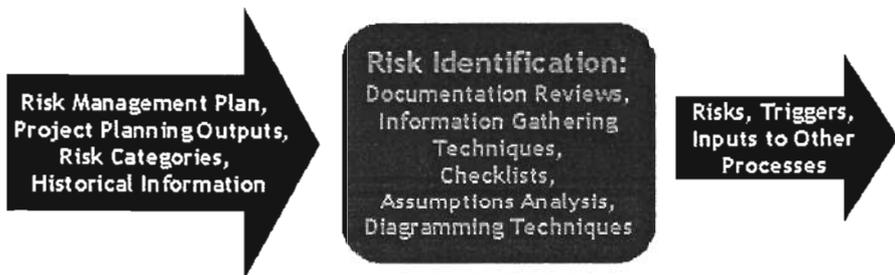


Figure 39. Risk Identification

#### 5.2.8.3 Qualitative Risk Analysis

These techniques assess the probability and impact of the identified risks and prioritize them by their potential effect on the project.



Figure 40. Qualitative Risk Analysis

#### 5.2.8.4 Quantitative Risk Analysis

These techniques give a numerical analysis of the probability and consequence of the risks and the overall project risk.

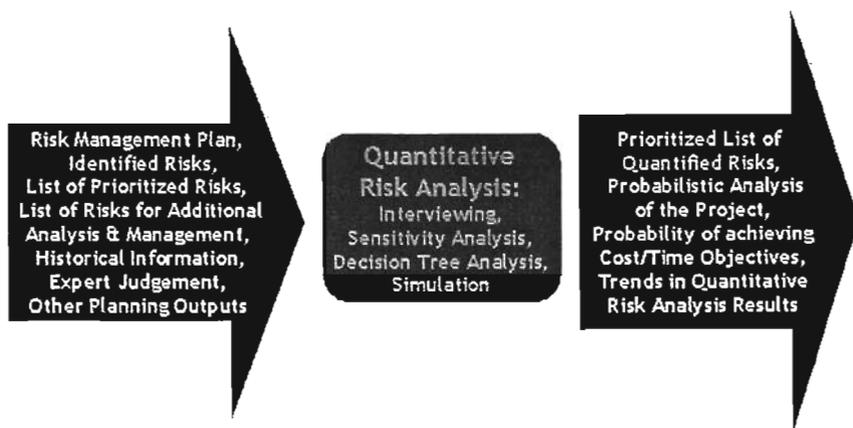


Figure 41. Quantitative Risk Analysis

#### 5.2.8.5 Risk Response Planning

These processes identify and develop options for reducing threats to the success of the project. Response planning includes assigning responsibility for each risk identified, so that they are addressed promptly and correctly.



Figure 42. Risk Response Planning

#### 5.2.8.6 Risk Monitoring and Control

This includes monitoring risks, executing and evaluating risk plans and identifying new risks.



Figure 43. Risk Monitoring and Control

## 5.2.9 Procurement Management

“The processes required to acquire goods and services, to attain project scope”, from outside the performing organization” [PMBOK]

During the scope definition a decision must be made as to whether the goods and/or services are available within the organization, or must be acquired from a third party.

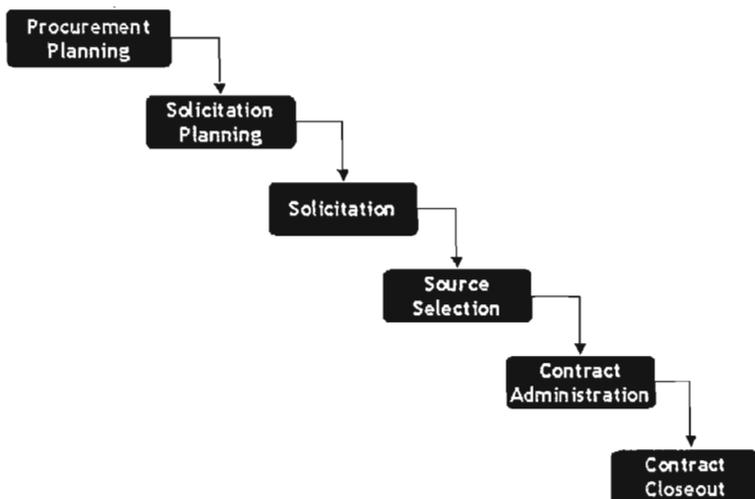


Figure 44. Procurement Management Steps

### 5.2.9.1 Procurement Planning

If the resources are to be obtained externally then the procurement processes must have determine *what* and *how much* to acquire, and how and when to acquire them. They must also determine the type of contract to use, for example: fixed-price, cost-reimbursable, time and material contracts.



Figure 45. Procurement Planning

### 5.2.9.2 Solicitation Planning

This involves deciding on and preparing the necessary documents, such as a Request for Proposal (RFP), Request for Quotation (RFQ).



Figure 46. Solicitation Planning

### 5.2.9.3 Solicitation

The objective of this phase is to obtain bids and proposals from the sellers as to how they can meet the project resource needs.



Figure 47.Solicitation

#### 5.2.9.4 Source Selection

This is the evaluation of the bids and proposals from the sellers to select a provider and negotiate a contract.

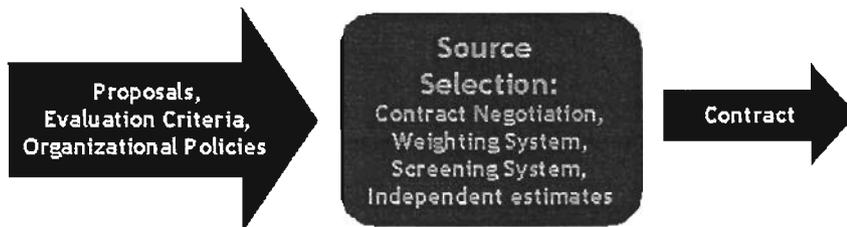


Figure 48.Source Selection

#### 5.2.9.5 Contract Administration

Administering a contract involves ensuring that the seller meets the contract requirements and requires awareness of the contract's legal provisions and implications.



Figure 49.Contract Administration

### 5.2.9.6 Contract Closeout

The work, services, or goods provided are assessed to ensure the contract provisions were filled satisfactorily by both parties. Any "clean-up" work is also done, such as audits and archiving.



Figure 50.Contract Closeout

## 6 COMPARISON OF PMBOK KNOWLEDGE AREAS WITH CMM KEY PROCESS AREAS

PMBOK	CMM Level 2 & 3
Integration Management, Scope Management	2 Requirements Management.
Integration Management , Scope Management	2 Software Project Planning
Scope Management, Time Management, Cost Management, Communications Management (Performance Reporting)	2 Software Project Tracking and Oversight
Procurement Management	2 Software Subcontract Management
Quality Management	2 Software Quality Assurance
Integration Management (Integrated Change Control)	2 Software Configuration Management
None	3 Organization Process Focus
None	3 Organization Process Definition
Human Resource Management	3 Training Program
None	3 Integrated Software Management
Integration Management, Scope Management, Quality Management	3 Software Product Engineering
Integration Management, Communications Management	3 Inter-group Coordination
None	3 Peer Reviews
Risk Management	Not a key process area
Human Resource Management	Training only

The PMBOK deals only with project management, so it does not cover organizational processes. Since it describes management processes that apply to most projects, it does not include software specific processes such as peer reviews.

The CMM on the other hand focuses exclusively on software processes. It does not describe general management practices and includes only a small amount of Human Resource Management, Risk Management, Communications Management, and Procurement Management.

## 7 SUMMARY

The PMBOK is a framework for project management that has its foundations in years of experience and theoretical research. It serves as the practical application of project management methodologies as illustrated.



Figure 51.PMBOK Framework

It is from this body of knowledge that standards are drawn to serve as a guideline for consistent application of techniques. Education for individuals practicing project management is available to distill the knowledge base. Lastly, certification allows practicing individuals to be acknowledged for their experience and instruction in project management techniques. The Project Management Professional (PMP) certification was first introduced in 1984. It requires sufficient experience and education, that examination requirements have been satisfied, and that a *code of ethics* is followed.

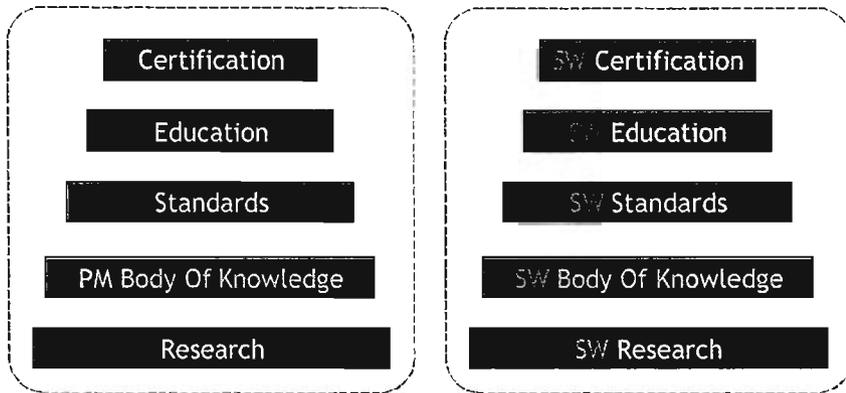


Figure 52. PMBOK and Software

Comparing PMBOK with Software Engineering shows how existing software efforts are taking a similar approach. The substantial research in software and extensive industry experience has led to the creation of an analogous Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). The SWEBOK codifies information contained in the software industry for the ultimate purpose of ensuring consistency of knowledge and certifying practicing members.

**8 FIGURES**

FIGURE 1. INTEGRATION MANAGEMENT STEPS ..... 8

FIGURE 2. PROJECT PLAN DEVELOPMENT FLOW ..... 9

FIGURE 3. PROJECT PLAN EXECUTION FLOW ..... 9

FIGURE 4. INTEGRATED CHANGE CONTROL FLOW ..... 10

FIGURE 5. SCOPE MANAGEMENT STEPS ..... 11

FIGURE 6. SCOPE INITIATION FLOW ..... 11

FIGURE 7. PROJECT SELECTION METHODS ..... 12

FIGURE 8. SCOPE PLANNING FLOW ..... 12

FIGURE 9. SCOPE DEFINITION FLOW ..... 13

FIGURE 10. SCOPE VERIFICATION FLOW ..... 13

FIGURE 11. SCOPE CHANGE CONTROL FLOW ..... 14

FIGURE 12. TIME MANAGEMENT STEPS ..... 15

FIGURE 13. ACTIVITY DEFINITION FLOW ..... 16

FIGURE 14. ACTIVITY SEQUENCING FLOW ..... 17

FIGURE 15. SEQUENCING METHODS ..... 18

FIGURE 16. ACTIVITY DURATION ESTIMATION FLOW .....	19
FIGURE 17. SCHEDULE DEVELOPMENT FLOW .....	20
FIGURE 18. SCHEDULE CONTROL FLOW .....	21
FIGURE 19. COST MANAGEMENT STEPS .....	22
FIGURE 20. RESOURCE PLANNING FLOW .....	22
FIGURE 21. COST ESTIMATING FLOW .....	23
FIGURE 22. COST BUDGETING FLOW .....	24
FIGURE 23. COST CONTROL FLOW .....	24
FIGURE 24. QUALITY MANAGEMENT STEPS .....	25
FIGURE 25. QUALITY PLANNING FLOW .....	25
FIGURE 26. QUALITY ASSURANCE FLOW .....	26
FIGURE 27. QUALITY CONTROL FLOW .....	26
FIGURE 28. HUMAN RESOURCES MANAGEMENT STEPS .....	27
FIGURE 29. ORGANIZATIONAL PLANNING FLOW .....	27
FIGURE 30. STAFF ACQUISITION FLOW .....	28
FIGURE 31. TEAM DEVELOPMENT FLOW .....	28
FIGURE 32. COMMUNICATIONS MANAGEMENT STEPS .....	29
FIGURE 33. COMMUNICATIONS PLANNING FLOW .....	29
FIGURE 34. INFORMATION DISTRIBUTION FLOW .....	30
FIGURE 35. PERFORMANCE REPORTING FLOW .....	30
FIGURE 36. ADMINISTRATIVE CLOSURE .....	31
FIGURE 37. RISK MANAGEMENT STEPS .....	31
FIGURE 38. RISK MANAGEMENT PLANNING .....	32
FIGURE 39. RISK IDENTIFICATION .....	32
FIGURE 40. QUALITATIVE RISK ANALYSIS .....	33
FIGURE 41. QUANTITATIVE RISK ANALYSIS .....	33
FIGURE 42. RISK RESPONSE PLANNING .....	34
FIGURE 43. RISK MONITORING AND CONTROL .....	34
FIGURE 44. PROCUREMENT MANAGEMENT STEPS .....	35
FIGURE 45. PROCUREMENT PLANNING .....	36
FIGURE 46. SOLICITATION PLANNING .....	36
FIGURE 47. SOLICITATION .....	37
FIGURE 48. SOURCE SELECTION .....	37
FIGURE 49. CONTRACT ADMINISTRATION .....	37
FIGURE 50. CONTRACT CLOSEOUT .....	38
FIGURE 51. PMBOK FRAMEWORK .....	40
FIGURE 52. PMBOK AND SOFTWARE .....	41

## 9. ACRONYMS

ADM	Arrow Diagramming Method
CDM	Conditional Diagramming Method
EVM	Earned Value Management
PDM	Precedence Diagramming Method
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PM	Project Management
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PMIS	Project Management Information System
PMKA	Project Management Knowledge Area
SEER	System Evaluation and Estimation of Resources
SEM	Software Estimation Modeling
SENG	Software Engineering
SW	Software
WBS	Work Breakdown Structure

## 10 REFERENCES

- [AUGS] Augsburg College, Project Management Institute,  
<http://www.augsburg.edu/depts/infotech/mnmpi/sld001.htm>
- [Ethier] Ethier Associates, Systems Project Management, Project Management Course 2001
- [Godbout] Alain Godbout, P.M.B.O.K, MGP 7122 A,  
<http://infoweb.magi.com/~godbout/7122-0.ppt>
- [IBM] IBM Canada (Business Innovation Services), Financial Project Management in BIS, Oct. 2001.
- [Meredith] Jack R. Meredith, Scott M. Shafer, Operations Management for MBAs, John Wiley & Sons, 1999, page 215-232, 323-348
- [PMBOK] Project Management Institute, *PMBOK Guide*, Project Management Institute, 2000
- [Skulmoski] Greg Skulmoski, *The PMBOK 2000 Guide: An Insider's Story*,  
<http://www.pmisouthsask.org/Presentations/2000%20Guide%20Skulmoski%20Regina%20vP.ppt>

## 11 Revision History

Document Type: Project Management Body of Knowledge
Document Number: SENG623_PMBOK
Revision: 0.0
Date Prepared: 13 March 2002
Prepared by: Janis Hofer & Tony Khoo

### Change History

Revision #	Author	Date	Reason for issue
0.0	JH, TK	7 March 2002	Initial Release