

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERÍA
INCORPORADA A LA UNAM**

9

**PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE
UN SISTEMA DE CALIDAD EN UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE PETRÓLEO**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA MECÁNICA)**

**P R E S E N T A:
RAFAEL ANGEL MÜLLER LANDEROS**

ASESOR: ING. JAVIER LEÓN CÁRDENAS

México D. F.
junio 2001



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.



MR UNIVERSIDAD LA SALLE

Al Pasante Señor:

Rafael Angel Müller Landeros

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Ing. Javier León Cárdenas, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área principal en Ingeniería Mecánica.

“PROYECTO DE IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CALIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE PETROLEO”

con el siguiente índice:

CAPITULO I	INTRODUCCION
CAPITULO II	CALIDAD
CAPITULO III	LA INDUSTRIA DEL PETROLEO
CAPITULO IV	SISTEMA DE CALIDAD ISO 9000:2000
CAPITULO V	IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO DE CALIDAD
	MANUAL DE CALIDAD
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	CUADROS
	TERMINOS DE REFERENCIA

Ruego a ustedes tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A T E N T A M E N T E
“INDIVISA MANENT”
ESCUELA DE INGENIERIA
México, D.F., a 8 de mayo de 2001

ING. JAVIER LEON CARDENAS
ASESOR DE TESIS

ING. JOSE ANTONIO TORRES HERNANDEZ
DIRECTOR

Agradecimientos:

Al Ing. Javier León Cárdenas
sin cuya desinteresada y profesional asesoría
este trabajo no habría llegado a su culminación;
sus valiosas recomendaciones, el tiempo y ayuda que generosamente me brindó
fueron fundamentales para su realización.

A los señores:
Ing. Javier Saucedo Garza,
Ing. Gustavo Velázquez Garduño,
Ing. Luis López Mendoza, e
Ing. Andrés Basilio Ramírez y Villa
por sus comentarios y orientaciones que sirvieron para mejorar este trabajo.

A todos ellos mi agradecimiento.

junio de 2001

	<u>Índice</u>	<u>Página</u>
	Introducción	1
Capítulo 1	Calidad	5
	1.1 Antecedentes	5
	1.2 Evolución de la calidad	5
	1.3 Enfoques de calidad	6
	1.4 Normalización	18
	1.5 Certificación	20
	1.6 Acreditación	21
	1.7 ISO	21
	1.8 ISO 9000:2000	29
	1.9 Normas mexicanas de calidad	30
Capítulo 2	La industria del petróleo	31
	2.1 Introducción	31
	2.2 Estructura de la industria	36
	2.3 Proceso de negocios de exploración y producción	37
	2.4 Exploración	39
	2.5 Perforación	49
	2.6 Desarrollo	57
	2.7 Producción	60
	2.8 Abandono	68
	2.9 Datos relevantes de la industria	68
Capítulo 3	Sistema de calidad ISO 9000:2000	73
	3.1 Principios	73
	3.2 Objeto y campo de aplicación	75
	3.3 Fundamentos	76

	<u>Indice</u>	<u>Página</u>
3.4	<i>Enfoque de sistemas</i>	77
3.5	<i>Enfoque basado en procesos</i>	78
3.6	<i>Política y objetivos de la calidad</i>	79
3.7	<i>Papel de la alta dirección</i>	79
3.8	<i>Documentación</i>	80
3.9	<i>Evaluación de los sistema de gestión de la calidad</i>	82
3.10	<i>Mejora continua</i>	83
3.11	<i>Técnicas estadísticas</i>	84
3.12	<i>Otros sistemas de gestión</i>	85
3.13	<i>Modelos de excelencia</i>	85
Capítulo 4	<i>Implantación del proyecto de calidad</i>	87
4.1	<i>Integración del proyecto</i>	90
4.2	<i>Alcance</i>	96
4.3	<i>Programación</i>	104
4.4	<i>Costos</i>	110
4.5	<i>Calidad</i>	112
4.6	<i>Recursos humanos</i>	116
4.7	<i>Comunicación</i>	125
4.8	<i>Riesgos</i>	128
4.9	<i>Contratación externa</i>	131
Capítulo 5	<i>Manual de calidad</i>	139
5.1	<i>Introducción</i>	141
5.2	<i>Visión y Misión</i>	142
5.3	<i>Estructura organizacional</i>	144
5.4	<i>Sistema de gestión de calidad</i>	147
5.5	<i>Responsabilidades de la dirección</i>	157

<u>Índice</u>	<u>Página</u>
5.6 <i>Gestión de recursos</i>	167
5.7 <i>Realización del producto</i>	169
5.8 <i>Medición, análisis y mejora</i>	182
 <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	 197
 <i>Bibliografía</i>	 201
 <i>Cuadros</i>	 205
 <i>Términos de referencia</i>	 215



Introducción

Introducción

La situación actual de la economía mundial podría definirse mediante tres características: global, interconectada y digital. Global porque las barreras al comercio entre países tienden a eliminarse; ahora es factible conseguir la mejor opción para la satisfacción de las necesidades de los clientes y de los proveedores; interconectada con redes informáticas y digital por la posibilidad que se tiene de manejar enormes cantidades de información bajo esa tecnología.

Cuando se habla de globalización, es indispensable, previamente, establecer las reglas de comunicación entre los participantes. El lenguaje son las normas de gestión de calidad. La calidad del desarrollo de una empresa está en función de la calidad con la que ésta atiende a los grupos de interés que condicionan su desarrollo, que son: los accionistas, los proveedores y acreedores, el gobierno, los clientes y el mercado; los empleados, la competencia, la administración y el medio ambiente.

Las normas ISO 9000 establecen las condiciones para que se orienten los esfuerzos de cada elemento de la empresa a la satisfacción de las necesidades del cliente tanto interno como externo.

Además:

- El mundo es cada vez más pequeño. La competencia pasó de ser local ó regional a global.
- El mercado se expande. La información está al alcance de todos.
- La condición de excelencia es requisito para poder sobrevivir. El mercado valora más la calidad y la confiabilidad.
- La tecnología abre posibilidades nunca imaginadas. Las formas de hacer las cosas cambian.

Se requiere atender al mercado en constante cambio en forma sustentable; ésto es, eficientemente, eficazmente, rentablemente y con cuidado del medio ambiente y de la seguridad personal.

Por otra parte, una empresa productora de petróleo tiene un peso relativo determinante en la economía, sus procesos afectan a casi todos los sectores económicos, incluido el Gobierno, y tiene un papel protagónico en los aspectos del medio ambiente. Estas características hacen que cualquier decisión estratégica que se adopte al interior de la empresa tiene una repercusión importante en todo lo demás, especialmente si se toca el tema de la calidad.

Con la implantación de un sistema de calidad en una empresa productora de petróleo se pretenden principalmente las siguientes mejoras en:

- Control interno de las operaciones
- Incrementar la eficiencia operativa
- Fortalecer la posición competitiva
- Desarrollar a los proveedores de la industria
- Robustecer la imagen como una empresa comprometida con la calidad de sus operaciones y el cuidado del medio ambiente y de la seguridad personal
- Iniciar dentro de ella un proceso de mejora continua en sus sistemas de calidad

El presente trabajo tiene por finalidad proponer la conveniencia y los beneficios que conlleva la implantación de un sistema de Gestión de Calidad en una empresa tan trascendente como lo es una empresa productora de petróleo.

Como parte de los prerrequisitos necesarios para la implantación exitosa de un sistema de calidad está la convicción y el compromiso que manifieste la alta dirección de la empresa hacia la calidad, entendiendo como alta dirección al director general, el equipo de

alta dirección funcional y el consejo de administración. Sin este apoyo cualquier intento de implantación de un sistema de calidad será poco eficaz.

Otros aspectos importantes son la documentación de los procedimientos de las operaciones que afectan a la calidad, los registros de calidad y las auditorías internas para la detección y solventación de los problemas de calidad y *las auditorías externas para fines de certificación*.

Conviene hacer énfasis en que la principal motivación para la implantación de un sistema de esta naturaleza debiera ser la de aumentar la capacidad de la empresa para satisfacer los requisitos de los clientes tanto internos como externos y, en segundo término, la obtención de la certificación.

En el *Capítulo I* se resumen algunos conceptos generales de la calidad, su evolución y sus principales precursores y particulares enfoques. Se comentan además, los aspectos de la normalización de las actividades comerciales que representa diversas ventajas para los fabricantes y los consumidores. Se abordan los temas de certificación y acreditación de sistemas de calidad. Se describen las principales actividades y funcionamiento de la organización ISO y se explican las aplicaciones que tienen las nuevas normas ISO 9000:2000. Finalmente, se indica la relación de éstas con las normas mexicanas de calidad.

En el *Capítulo II* se presenta una breve descripción de la industria del petróleo. Se describen las principales teorías de la formación del petróleo, su *composición* y algunos aspectos de la medición. En seguida, se comenta la estructura de la industria y sus componentes principales, para ubicar la posición que guarda dentro de ella la empresa productora de petróleo. Posteriormente, se hacen algunos comentarios del proceso de negocios que abarca la producción de petróleo y el ciclo de vida de un yacimiento. A continuación, se detallan los principales procesos de la industria que son la exploración, la perforación, el desarrollo, la producción y el abandono de los campos petroleros. Finalmente, se proporcionan algunos datos históricos relevantes de la industria en cuanto a sus reservas, producción, relación reservas-producción, exportación y precios.

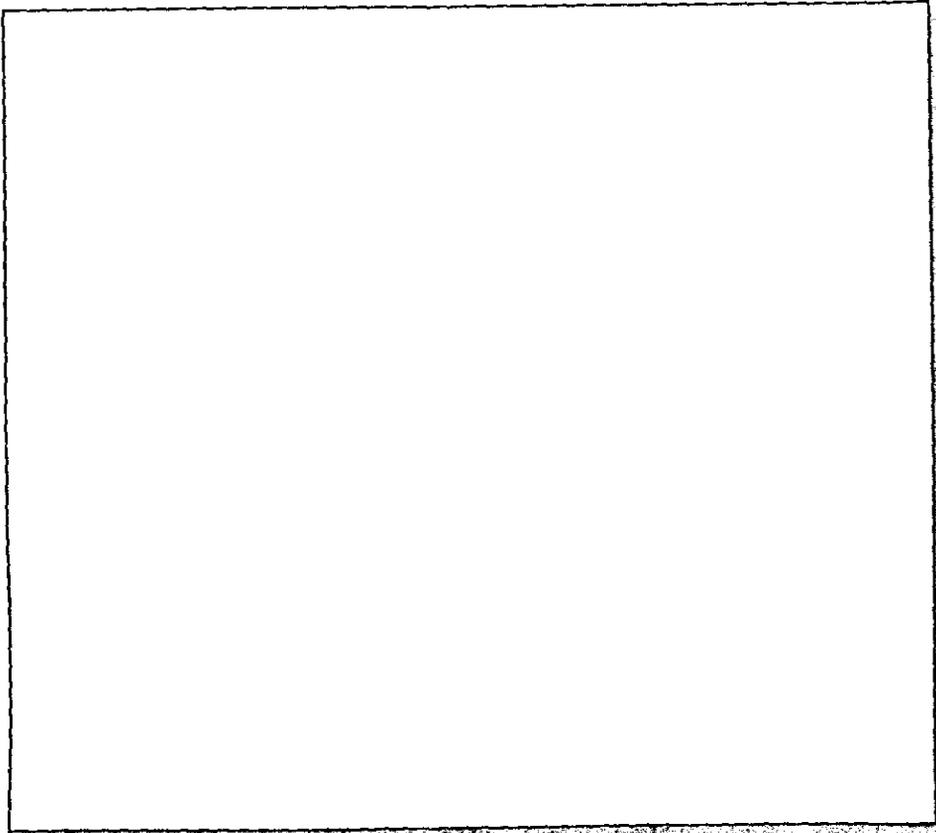
En el capítulo III se analizan los fundamentos del sistema de calidad. Se parte de los principios sobre los que se sustenta, su objeto y campo de aplicación y los enfoques requeridos para su aplicación: el de sistemas y el de procesos. Se explica la política y los objetivos de la calidad y el papel que juega la alta dirección. Se resalta la importancia de la documentación del sistema de calidad para evaluar el grado de conformidad de la administración con el sistema establecido. Se hace mención a la mejora continua de los sistemas de calidad, cuyo objetivo es satisfacer cada vez de mejor manera los requerimientos del cliente y el empleo de técnicas estadísticas como herramienta para mejorar la eficacia del sistema. Finalmente, se ubica el sistema de calidad en el contexto de los otros sistemas de gestión de la empresa y de los modelos de excelencia.

En el siguiente capítulo, el IV, se aborda el tema del proyecto de implantación del sistema de calidad. El proyecto se divide en cinco fases: inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Se abordan nueve temas de administración relativos a la administración del proyecto: integración, alcance, programación, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y contratación externa. En cada uno de ellos se proporcionan los productos esperados de cada fase del proyecto.

En el capítulo V se propone un manual del sistema de calidad para la empresa productora de petróleo, cuyas partes describen la visión, misión, política y objetivos de la calidad; la estructura organizacional responsable del sistema de calidad; los requisitos del sistema de gestión de la calidad; y los componentes de dicho sistema: la responsabilidad de la dirección, la gestión de recursos, la realización del producto y la medición, análisis y mejora continua.

Finalmente, se establecen algunas conclusiones y recomendaciones relativas a la implantación del sistema de calidad en la empresa, los factores críticos de éxito y las acciones posteriores para buscar la mejora continua.

Al final se presentan algunos cuadros que destacan la actividad de la industria de producción de petróleo y su importancia en el contexto nacional e internacional, también se incluye la bibliografía consultada y se proporciona un glosario de términos.



Capítulo I
Calidad

1. Calidad

1.1 Antecedentes

Los fenómenos económicos actuales como son: la globalización de los mercados, la eliminación de fronteras al comercio, la Internet, la información más accesible, la competencia adicional que lo anterior ha generado, las reglas para poder vender, entre otros, han obligado a la Industria en general a evolucionar y desarrollarse para adaptarse a estas nuevas circunstancias. Por esto las empresas han tenido que organizarse y hacer conciencia de la importancia de brindar calidad a sus clientes, pues cada vez es mayor la competencia y más exigente el consumidor. La calidad ha evolucionado de la mano con la ciencia y la tecnología. Durante el siglo pasado una empresa que proporcionaba calidad razonable aseguraba el éxito en el mercado. Hoy en día, el cliente busca la mejor calidad y los mejores precios en los productos y servicios que compra. El concepto de calidad va ligado con la optimización de costos y, por lo tanto, con un precio de venta competitivo del producto.

1.2 Evolución de la calidad

Desde la aparición de la industria a lo largo de la historia, que, en sus inicios, era básicamente artesanal, el operario era quien incorporaba la calidad a su trabajo. Lo hacía aplicando su juicio y sus propias habilidades. Posteriormente, las empresas, por su crecimiento, comenzaron a contratar supervisores del trabajo de los obreros.

En la década de los 30's, la producción masiva exigía que el control de calidad no se hiciera mediante inspección, sino a través del muestreo. Fue así como se inició el Control estadístico de calidad.

Para 1945 se formó la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses para reconstruir el país de la destrucción que había dejado la Segunda Guerra Mundial. Con esto se inició la estandarización industrial. Esfuerzos similares se dieron en el continente europeo.

En 1962, aparecieron los *Círculos de calidad* que consistían en reuniones de obreros fuera de horas de trabajo para discutir algún problema en específico relacionado con la calidad del producto que ellos trabajaban.

Fue hasta 1970 cuando se observó que la calidad no solamente dependía de las áreas de producción; se requería en todas las áreas de la organización y en todos y cada uno de los procesos. Debía ser promovida y dirigida desde los niveles de mando más altos. Así, se determinó tener un *control total de calidad*. En esta etapa surgió la necesidad de coordinar los esfuerzos de toda la organización a fin de asegurar la calidad.

En los años siguientes se fueron creando nuevas filosofías y nuevos enfoques con respecto al Control total de la calidad hasta llegar a la década de los 90's. Es en esta época, cuando la preocupación primaria se centraba en el *enfoque estratégico de la calidad* en la organización, se buscaba no sólo asegurar la calidad, erradicando las causas de los problemas en todas las funciones y áreas de la organización, sino más bien se impulsaba una visión estratégica que permitiera aprovechar las oportunidades y eliminar los riesgos del mercado.

La calidad, por tanto, se conceptualizó como una forma de competir ventajosamente, al incorporar al producto o servicio las características esperadas por el cliente que la competencia no puede ofrecerle.¹

A continuación se presentan los principales enfoques de la calidad que se han concebido en el tiempo y que fueron los fundamentos conceptuales de las normas de calidad de hoy en día.

1.3 Enfoques de calidad

1.3.1 Feigenbaum

En 1956 introdujo el concepto de "*Control de calidad Total*", con la novedad de que este enfoque abarcaba a toda la organización e incorporaba el concepto de orientación al cliente. Esto es, la calidad no solo debería centrarse en el proceso productivo, sino en

¹ *Quality Control: Theory and Application*, Mansen B. L. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1963.

todas las funciones administrativas, integrando así la teoría general de sistemas a la calidad.

Para este enfoque se requería que:

- el trabajo de todos se considerara importante;
- las actividades se orientaran al cliente;
- las responsabilidades de cada departamento en el proceso debían especificarse;
- se crearan equipos interdepartamentales;
- la alta dirección era responsable de la efectividad de todo el sistema;
- las acciones se orientaran hacia la excelencia más que hacia la falla;
- la motivación y capacitación fueran continuas.

El control total de la calidad requiere de un proceso en el que se desarrolle el sistema, se mantenga u opere y se mejore permanentemente. Por otra parte, para que el control se efectúe es necesario establecer estándares, evaluar su cumplimiento, corregir si fuera el caso y establecer un plan para mejorar.

Como beneficios de este esquema, Feigenbaum estableció que en forma tangible se podrán reducir los costos operativos y los costos de la calidad, pero además en forma intangible se lograba la satisfacción de los empleados y la satisfacción del cliente.

Los procesos clave para controlar la calidad eran: el control de nuevos diseños, las materias primas, los productos y los procesos.

Además, se requería contar con una estructura formal para la calidad, con un sistema documentado, soportado por procedimientos tanto técnicos como administrativos y que se contara con métodos de producción prácticos.

Por último, para el control de la calidad y el mejoramiento de los procesos debería utilizarse herramientas estadísticas, según se requiriera. La automatización no era la solu-

ción a los problemas de calidad: *las actividades humanas eran el fundamento de cualquier programa de calidad total.*

1.3.2 W. Edwards Deming

El Dr. Edwards Deming fue, sin lugar a duda, el *fundador del movimiento de la calidad total* a nivel internacional. En 1928 recibió su doctorado en Física Matemática de la Universidad de Yale. Trabajó para la Oficina del Censo Poblacional de los Estados Unidos, durante y después de la Segunda Guerra Mundial .

En 1947 fue solicitado para instaurar y coordinar los estudios del Japón e iniciar una colaboración más estrecha con el Círculo Empresarial Japonés, cuyo Presidente era el Dr. Kaoru Ishikawa, quien también fungía como Presidente de la Federación de Sociedades Industriales del Japón. Deming transmitió sus primeras teorías y conocimientos sobre métodos estadísticos aplicados al control de calidad de los procesos de manufactura a 150 empresarios japoneses de esta federación, quienes influyeron decisivamente para que en 1950 se instituyera en Japón el reconocimiento "Medalla Deming al Mérito Empresarial".

A partir de 1947 el Dr. Deming inició una "Revolución Conceptual" en la forma de administrar las empresas, partiendo de una nueva filosofía que buscaba convencer a los directores empresariales de que sin un *Control Estadístico de Procesos (CEP)*, todo se reducía a especulaciones sin resultados. Un proceso no mejoraba si no se le podía medir.

Deming inició la impartición de una nueva filosofía administrativa que exigía la "*Calidad total*" como premisa fundamental y que buscaba la concientización de todos los miembros de la organización hacia el cambio y la mejora continua.

Para el Dr. Deming la calidad estaba en función del cliente, lo que quiere y necesita. Ahora bien, debido a que los deseos y necesidades del cliente eran cambiantes, cualquier empresa que quiera ser competitiva debería redefinir constantemente sus procesos para adecuarse al cliente.

Para que una empresa pudiera implantar exitosamente la calidad total, Deming propuso seguir 14 puntos² para el cambio:

1. Ser constantes en el propósito de mejorar los productos y servicios de la empresa. Sugiere una definición radical del papel que desempeña la gerencia: es importante tener una visión de mejoramiento a largo plazo y estar permanentemente evaluando la calidad de sus productos y servicios con los de la competencia.
2. Adoptar la Nueva Filosofía. El estilo administrativo occidental exige un *nuevo estilo de liderazgo a todo nivel*. Los errores y el negativismo son inadmisibles.
3. Dejar de depender de la inspección final para lograr la calidad. La inspección final del producto sólo ayuda a medir el error, pero no ayuda a corregirlo o a prevenirlo. En lugar de inspeccionar, se deben *implementar herramientas preventivas* que permitirán producir sin error y, entonces, eliminar la inspección.
4. Elegir a un solo proveedor para cada producto, basándose en la calidad y no exclusivamente en el precio. Deming puso mucho hincapié en el grave error cuando se trabaja con varios proveedores de un mismo producto o servicio, ya que su calidad varía. Se debe elegir al proveedor que ofrezca y demuestre tener calidad superior en su producto o servicio y no enfocarse únicamente al que reporte el menor costo.
5. Mejorar continuamente y para siempre todos los procesos. Corregir problemas y errores no es suficiente, hay que prevenirlos. Esto se logra a través del análisis, control, estabilización y aseguramiento de todos los procesos.
6. Instituir la capacitación en el trabajo. La mayoría de las veces los empleados y trabajadores no pueden hacer bien su trabajo porque nadie les ha enseñado cómo hacerlo, por eso la capacitación debe ser obligatoria a todos los niveles.
7. Adoptar e instituir el liderazgo. El trabajo de un jefe no es decirle a la gente qué hacer, sino ayudarla, capacitarla, apoyarla y desarrollarla. Sólo a través del liderazgo se puede hacer esto.

² Catorce puntos de Deming para la calidad total. E.U.A. 1947.

-
8. *Desterrar el temor.* Es generado por los jefes que castigan y hostigan a sus colaboradores. El temor impide la creatividad, genera errores y un clima de trabajo negativo.
 9. *Derribar barreras entre áreas, departamentos y jerarquías.* Todo el personal debe aprender a trabajar como un solo equipo por el bienestar de la empresa.
 10. *Eliminar los slogans, exhortaciones y metas para el personal.* No tienen sentido si no se les provee con los medios para lograrlo. De lo contrario, generan tensión innecesaria, frustración y hasta miedo de ser castigados por incumplimiento.
 11. *Eliminar cuotas numéricas de producción* de los obreros. Por lo general, constituyen ineficiencia ya que para conservar su empleo, las personas tratan de llenar sus cuotas a cualquier costo, sin importar el daño que puedan ocasionarle a la compañía.
 12. *Derribar las barreras que impiden al personal tener el orgullo que produce un trabajo bien hecho.* La actitud equivocada de los jefes, los equipos defectuosos, los sistemas y procesos mal diseñados y las políticas y normas mal establecidas, constituyen un obstáculo para que la gente realice un buen trabajo.
 13. *Establecer un vigoroso programa de educación y de reentrenamiento.* La capacitación permite lograr cambios en la actitud y conducta del personal, el cual debe ser entrenado y educado en el empleo de los nuevos métodos y técnicas para mejorar la calidad.
 14. *Poner a todo el personal a trabajar para lograr la transformación.* El *compromiso de la Alta Dirección* es fundamental para motivar a todos a trabajar en aras de la transformación hacia la calidad. La transformación es responsabilidad de todos.³

1.3.3 Joseph M. Juran

Nacido en Rumania. Obtuvo grados de doctorado y maestría en Ingeniería en la Universidad Estatal de Nueva York. Trabajó en la Western Electric Company como gerente de

³ *Quality, Productivity and Competitive Position.* Deming, W. Edwards. Cambridge Massachusetts Institute of Technology Press, 1982.

calidad y a partir de 1950, inició la difusión de su filosofía para la calidad total en Japón y Estados Unidos. Juran es considerado, junto con Deming, uno de los arquitectos de la "Revolución de la calidad" en el Japón.

Para el Dr. Juran, la calidad involucra tres procesos administrativos básicos: Planeación de la calidad, Control de la calidad y Mejoramiento de la calidad. Estos tres conceptos dieron lugar a la "Trilogía de Juran".

Figura 1.1 Trilogía de Juran



El éxito de cualquier sistema de calidad, consiste en aplicar correctamente estas tres etapas, de acuerdo al siguiente plan:

Planeación de la calidad

- Identificar a los clientes.
- Determinar las necesidades de los clientes.
- Crear en el producto o servicio las características que satisfagan las necesidades del cliente.
- Crear microprocesos capaces de producir productos o servicios con esas características.
- Transferir estos microprocesos a los niveles operativos de la empresa.

Control de la calidad

- Evaluar el nivel actual de desempeño de los microprocesos.
- Comparar el nivel actual contra el “objetivo ideal” de desempeño.
- Reducir la diferencia entre lo actual y lo ideal.

Mejoramiento de la calidad

- Identificar proyectos de mejora.
- Organizar equipos.
- Determinar causas.
- Desarrollar soluciones.
- Proveer efectividad.
- Trabajar con la resistencia al cambio cultural.
- Proveer controles para que las ganancias se conserven.

El proceso es un ciclo continuo.

Adicionalmente, el Dr. Juran desarrolló una *Metodología para implementar la calidad Total*. Los elementos que incluye son los siguientes:

- La calidad debe formar parte del trabajo de cada jefe.
- Los objetivos de calidad deben de ser parte del plan de negocios de la empresa.
- Los objetivos de calidad deben tener como base las necesidades de los clientes y también a los competidores.
- Los objetivos de mejoramiento deben ser detallados hasta el nivel operativo.

-
- La capacitación y el entrenamiento en calidad deben ser obligatorios a todos los niveles.
 - La evaluación y medición de los procesos deben ser establecidas en toda la empresa.
 - Los directores y gerentes deben revisar los procesos contra los objetivos establecidos.
 - Los directores y gerentes deben reconocer al personal por el mejoramiento de su desempeño.
 - El sistema de reconocimiento e incentivos a todo el personal deberá ser revisado constantemente.⁴

1.3.4 Kaoru Ishikawa

Nacido en el año de 1915 en Tokio, Japón. Se graduó con un doctorado en Química Aplicada en la Universidad de Tokio. El Dr. Ishikawa se involucró activamente en la Asociación de Ingenieros y Científicos Japoneses con el propósito de promover su filosofía en todo el Japón. Fue la figura más prominente dentro de su país con relación al movimiento del Control de calidad.

Según este autor lo primero es resaltar las diferencias culturales entre las naciones como factor importante para el logro del éxito de la calidad.

Desarrolló las mundialmente famosas "*Siete herramientas estadísticas para el Control total de la calidad*"⁵ Estas herramientas básicas son:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)
- Histogramas.

⁴ *Quality Planning and Analysis*, Juran Joseph M. y Frank M. Gyma, Jr. Nueva York. McGraw-Hill, 1980

⁵ *Siete herramientas estadísticas para el control total de la calidad*. Japón. 1954

-
- Gráficas de Control.
 - Estratificación.
 - Hojas de Verificación.
 - Diagramas de Dispersión.

Además, contribuyó con la idea de los “Círculos de calidad”. Su filosofía incluye los siguientes puntos⁶

- La calidad comienza y termina con la *educación*.
- El primer paso es conocer las *necesidades y requerimientos de los clientes*.
- El ideal de la calidad es alcanzado en el momento en que *la inspección deja de ser necesaria*.
- *Eliminar las causas que originan los errores*.
- El Control Total de calidad es *responsabilidad de todos*.
- *No confundir los medios con los objetivos o fines*.
- *Anteponer la calidad a todo lo que se hace y tener una visión a largo plazo*.
- El *mercado* es la entrada y salida de la calidad.
- La *alta dirección* no debe molestarse contra el personal que le presenta cifras de la No calidad.
- El 95% de los problemas de calidad de una empresa pueden ser resueltos con las *Siete herramientas estadísticas básicas*.

⁶ What is Total Quality Control? The Japanese Way. Ishikawa, K. Traducción de David Lu, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1985.

-
- Datos presentados sin información acerca de la dispersión de los procesos, es información falsa.⁷

1.3.5 Philip Crosby

Nació en E.U. En 1952 comenzó a trabajar en la Crosley Corporation como técnico de Ingeniería en Confiabilidad. Posteriormente trabajó para Martin Corporation, donde estuvo encargado del Proyecto de calidad para los cohetes Pershing de la Armada Norteamericana. Trabajó como Vicepresidente de calidad para ITT.

Crosby fue conocido por su idea del "Cero Defectos" Para él la idea de la calidad tenía que ver con todo un sistema preventivo, el cual debía ser medido a través del costo de la no calidad. Los tres elementos que según Crosby eran claves para el éxito de cualquier iniciativa de calidad eran:

1. *Determinación* para cambiar y mejorar.
2. *Educación* a todo nivel.
3. *Implementación* de lo aprendido.⁸

El mejoramiento de la calidad es un proceso y no un programa, por lo tanto debía tener un alcance a largo plazo. El proceso de Mejoramiento de la calidad en cualquier empresa debería cubrir los 14 puntos siguientes:

1. Asegurar el compromiso de la Alta Dirección con la calidad.
2. Formar equipos de Mejoramiento de la calidad en todos los departamentos.
3. Medir problemas de calidad actuales y futuros.
4. Medir el costo de la No calidad.
5. Concientizar a todo el personal acerca de la importancia del mejoramiento de la calidad.

⁷ Control Total de la calidad, Japón. 1954

⁸ Aseguramiento de la calidad, Teoría de "Cero Defectos". Philip Crosby E.U.A. 1961.

-
6. *Tomar acciones* para corregir problemas identificados a través de los puntos anteriores.
 7. Establecer un "*Comité de Cero Defectos*".
 8. *Entrenar* a todo el personal para que cada quien se responsabilice de su parte dentro del programa de mejora.
 9. Establecer el "*Día Cero Defectos*".
 10. *Incentivar* a todo el personal para que establezcan objetivos de Mejoramiento de la calidad.
 11. Incentivar a todo el personal para que *comuniquen* a la Dirección acerca de los obstáculos que presentan para lograr los objetivos de Mejoramiento de calidad.
 12. *Reconocer y agradecer* a aquellos que participan en el mejoramiento.
 13. Establecer pequeños *Comités de calidad* a lo largo y ancho de la empresa para establecer así una red de comunicación formal de la calidad.
 14. *Repetir permanentemente* los 13 puntos anteriores para enfatizar que el proceso nunca termina.⁹

Una vez analizados los distintos enfoques, lo importante es descubrir que en ellos hay una verdadera orientación hacia el cliente. A continuación, se presenta un resumen de estos enfoques:

- *Todo trabajo es un proceso.* Un proceso es un conjunto interrelacionado de recursos y actividades que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Esto elimina el concepto de evento aislado en su carácter de suceso.
- *El trabajador de un proceso es quien sabe más del mismo.* Esta convicción obliga a involucrar a todos los trabajadores en beneficio del mejoramiento.

⁹ *Quality is Free.* Crosby. P. B. Nueva York, McGraw-Hill, 1979.

- *Cada paso del proceso requiere puntos de control para asegurar la calidad. Este beneficio reclama la aplicación de métodos y herramientas de medición.*
- *El origen de todo problema de calidad se encuentra en deficiencias administrativas.*
- *Siempre se puede mejorar. La pauta para introducir un mejoramiento permanente en todos los procesos está dada y demostrada. Lo que se mide es posible mejorarlo.*
- *Todo proceso de mejoramiento debe plantearse para el largo plazo. La miopía del corto plazo es aceptada y criticada por todo el mundo; sin embargo a la hora de decidir, lo urgente se impone a lo importante y el corto plazo reina sobre el largo plazo.*
- *El eje en todo este instrumental de trabajo viene a ser el cliente y su satisfacción plena.¹⁰*
- *La alta dirección es el impulsor más efectivo de las iniciativas de calidad.*

Como se verá más adelante, todos estos enfoques dieron origen a las normas de calidad actuales ISO y contemplan de alguna u otra forma todos los elementos del sistema de calidad y los enfoques de dichas normas.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los enfoques tradicional y actual de la calidad.

Tabla 1.1 Resumen de diferencias entre los enfoques tradicional y actual de la calidad.¹¹

Tradicional	Actual
Productividad y calidad son objetivos que se contraponen.	La productividad se logra a través del mejoramiento de la calidad.
La calidad es definida como cumplimiento de estándares y especificaciones	La calidad es definida como cumplimiento de requisitos y necesidades del cliente.

¹⁰ Project Management, Kerzner, Harold, Ed. Van Nostrand Reinhold. 1995.

¹¹ La mala calidad y su costo. Alexander Alberto. Addison Wesley Iberoamericana. 1994.

Tradicional	Actual
La calidad es medida por el grado de cumplimiento de estándares o especificaciones.	La calidad es medida en términos de satisfacción plena del cliente, mejoramiento de procesos del producto o servicio de la empresa.
La calidad se obtiene por medio de la inspección del producto.	La calidad se obtiene por el diseño del producto o servicio y se logra a través de técnicas de Análisis, Control, Estabilización y Aseguramiento.
La calidad es una función separada y orientada a la evaluación del producto o servicio.	La calidad es parte inherente a todos los procesos y sistemas de todos los departamentos y áreas de la empresa.
Los trabajadores y empleados siempre tienen la culpa de la falta de calidad.	La calidad es responsabilidad del grupo ejecutivo dirigente y en especial, del Director General.
Las relaciones con los proveedores son a corto plazo y basadas en el costo.	Las relaciones con los proveedores son a largo plazo y basadas en la calidad.

1.4 Normalización

El contar con sistemas normativos que regulan la actuación de las personas físicas y morales, ha permitido ir generando para los proveedores de bienes y servicios un valor agregado, a través del conocimiento legal de marcas o distintivos que permiten identificar al fabricante o distribuidor, pero principalmente al responsable de la calidad del producto que se adquiere.

La evolución de las leyes del mercado ha traído como consecuencia que el adquirente de un producto cada vez sea mas exigente en los requisitos de calidad que demanda en los productos que consume. De ahí que los mismos organismos de regulación realicen un proceso mas estricto de vigilancia sobre los oferentes de productos.

La normalización le permite al fabricante:

- Organizar el proceso desde las materias primas hasta el producto terminado
- Reducir variedades y tipos de productos

-
- Disminuir inventarios
 - Facilitar y mejorar el diseño
 - Agilizar el procedimiento de pedidos
 - Facilitar la comercialización

Para el Consumidor:

- Establecer niveles de calidad y seguridad
- Informar de las características técnicas del producto
- Facilitar la compra entre diversas ofertas
- Simplificar la gestión de compra
- Permitir la intercambiabilidad
- Mejorar la calidad de vida

Para el Organismo certificador:

- Asegurar la competencia técnica e integridad en la selección de su equipo de auditores
- Controlar sus propios documentos y enmiendas a ellos y mantener registros que demuestren como los procedimientos fueron aplicados
- Mantener su propia política y sistema de calidad, demostrando en forma permanente el cumplimiento de los requerimientos de la norma que avala su acreditación

La normalización genera normas, especificaciones y requisitos que deben cumplirse.

1.5 Certificación

La Certificación es un procedimiento por medio del cual una tercera parte testifica y garantiza que un producto, proceso, sistema ó servicio se ajusta o cumple con los requisitos o especificaciones de una norma. La metrología mide la testificación. Se han llegado a establecer procesos de certificación de la calidad de los bienes y servicios que se encuentran en el mercado.

La certificación es un proceso que tiene como objetivo prioritario asegurar que un producto, proceso, sistema ó servicio cumple con los requerimientos de las normas nacionales e internacionales.

• Existen tres tipos de certificación:

- De primera parte. La realiza la parte interesada a si misma
- De segunda parte. La realiza el cliente a su proveedor
- De tercera parte. La efectúa un organismo reconocido y acreditado de certificación

Las ventajas de la certificación pueden resumirse así:

- Fortalecer su sistema de aseguramiento de la calidad
- Motivar a su personal a seguir trabajando en la mejora continua
- Disminuir los costos de no calidad (paros, rechazos, reprocesos)
- Elevar y demostrar la calidad de sus productos
- Incrementar su confiabilidad e imagen ante sus clientes
- Apoyar la venta y publicidad de sus productos
- Fortalecer su competitividad frente a empresas sin certificación

-
- Accesar mas fácilmente a los mercados internacionales (superar las barreras de entrada), en el caso de las empresas exportadoras.

1.6 Acreditación

Es un acto mediante el cual el Gobierno de un País reconoce a Organismos Nacionales e Internacionales de Normalización, Organismos de Certificación, Laboratorios de Pruebas y Calibración, así como Unidades de Verificación, para que lleven a cabo las actividades a que se refiere la *Ley Federal Sobre Metrología y Normalización*.

Como requisitos para la acreditación se tienen, entre los principales:

- No representar interés particular ó de grupo
- Contar con una estructura institucional que asegure su autosuficiencia financiera
- Atender solicitudes de certificación de sistemas de calidad sin ejercer discriminación.

1.7 ISO

1.7.1 Antecedentes

La estandarización internacional comenzó en el campo electrotécnico: La *Electrotechnical International Commission* (IEC) se creó en 1906. El trabajo pionero en otros campos era efectuado por la *International Federation of National Standardizing Associations* (ISA), que se estableció en 1926. El énfasis dentro de ISA se puso en la ingeniería mecánica.

Las actividades de ISA cesaron en 1942, debido a la Segunda guerra mundial. Después de una reunión en Londres en 1946, los delegados de 25 países decidieron crear una nueva organización internacional "cuyo objeto debería ser facilitar la unificación y coordinación internacional de normas industriales". La nueva organización, ISO, comenzó a funcionar oficialmente el 23 de Febrero de 1947.¹²

¹²Amistad entre iguales - Recuerdos de los primeros cincuenta años de ISO.

ISO es una organización no gubernamental. La misión de ISO es promover en el mundo el desarrollo de la estandarización y sus actividades relacionadas, con un enfoque que facilite el intercambio internacional de bienes y servicios, y para desarrollar la cooperación en las esferas de las actividades intelectuales, científicas, tecnológicas y económicas.

El trabajo de ISO resulta en acuerdos internacionales que son publicados como Normas Internacionales.

La primera norma ISO se publicó en 1951 con el título, "Temperatura estándar de referencia para la medida industrial de longitud".

La Comunidad Europea encargó a la Organización Internacional para la Estandarización, cita en Ginebra, que elaborara la norma ISO. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es una confederación a través del mundo de comunidades nacionales de normas de cerca de 130 países, una de cada país y 173 comités técnicos activos y ha publicado más de doce mil normas internacionales no obligatorias e informes técnicos. En 1979, ISO creó el Comité Técnico 176 para llevar a cabo la redacción de una norma unificada de calidad. En 1987, ISO presentó los primeros documentos de ISO 9000. La norma consistía en guías para selección y uso (ISO 9000), guías para la puesta en marcha (ISO 9004) y los tres sistemas de normas de calidad (ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003)

Se puede notar una carencia aparente de correspondencia entre el título oficial completo, Organización Internacional para la Estandarización, y la forma corta, ISO.

De hecho, "ISO" es una palabra, derivada del Griego isos, que significa "igual" Es la raíz del prefijo "iso" que se encuentra en numerosos términos, tales como: "Isométrico" (de dimensiones o medidas iguales) e "Isonomía" (igualdad de derechos políticos).

"Igual" y "Norma", fue la línea de pensamiento que condujo a la elección de "ISO" como el nombre de la organización. Además, el nombre ISO se usa en todo el mundo para denotar a la organización, evitando así el sinnúmero de siglas que resultan de la traducción

de "Organización Internacional para la Estandarización" a los idiomas nacionales de diferentes miembros.

Más adelante están algunos ejemplos de normas de ISO que han sido adoptadas ampliamente, dando beneficios a la industria, al comercio y a los consumidores.

- *Código ISO para película fotográfica.*
- Estandarización del formato de las *tarjetas de teléfono y bancarias* significa que las *tarjetas pueden usarse en todo el mundo*
- El *contenedor de flete estandarizado internacionalmente* permite conectarse eficientemente a todos los componentes de un sistema de transporte.
- *m (metro), kg (kilogramo), s (segundo), A (ampere), K (kelvin), mol (mol) y cd (candela)* son los símbolos que representan las siete unidades básicas del *Sistema Universal de Medidas conocido como SI (Système international d'unités)* El sistema SI es cubierto por una serie de 14 Normas Internacionales.
- *Tamaños de papel.* La norma original fue publicada por DIN en 1922. Ahora la norma utilizada en todo el mundo, la ISO 216, *para tamaños estándar de papel* permiten economías de escala con beneficios para los productores y los consumidores.
- Los mismos *símbolos para los controles del automóvil* se incorporan en automóviles de todas partes del mundo sin importar dónde se fabrican.
- Los *códigos internacionales ISO para el nombre de países, monedas e idiomas* ayudan a eliminar la duplicación e incompatibilidades en la captura, procesamiento y disseminación de información.

1.7.2 Normas

Las normas son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas y criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, directivas, o definiciones de características, con el fin de asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios están alineados a su propósito.

Por ejemplo, el formato de las tarjetas de crédito, tarjetas de teléfono, y tarjetas inteligentes que han llegado a ser tan comunes se derivan de una norma internacional ISO. Adherirse a la norma que define tales aspectos como un espesor óptimo (0.76 mm), significa que las tarjetas pueden usarse en todo el mundo.

Así, las Normas Internacionales contribuyen a hacer la vida más simple, e incrementan la confiabilidad y la eficacia de los bienes y servicios que se usan.

1.7.3 Estandarización internacional

La existencia de normas no armonizadas para tecnologías similares en las regiones o países diferentes pueden contribuir a las así llamadas “barreras técnicas para comerciar”; las industrias orientadas a la exportación han percibido durante mucho tiempo la necesidad de acordar sobre normas mundiales para ayudar a racionalizar el proceso internacional de comercio. Este fue el origen del establecimiento de ISO.

La estandarización internacional está bien establecida para muchas tecnologías en diversos campos tales como procesamiento de información y comunicaciones, textiles, empaque, distribución de bienes, utilización y producción de energía, construcción de barcos, banca y servicios financieros. Continuará creciendo en importancia para todos los sectores de actividad industrial en el futuro previsible.

Las razones principales son:

- Progreso mundial en la *liberación del mercado*. Las economías de mercado libre de hoy cada vez fomentan más fuentes diversas de abastecimiento y proveen oportunidades para mercados en expansión. Por el lado de la tecnología, la necesidad de competencia justa debe basarse en referencias comunes claramente definidas e identificables, que son reconocidas entre países y regiones. Una norma para toda la industria, internacionalmente reconocida, desarrollada por consenso entre socios comerciales, sirve como el lenguaje del comercio.
- *Interdependencia de sectores*. Ninguna industria en el mundo de hoy puede afirmar verdaderamente ser completamente independiente de los componentes, productos,

reglas de aplicación, etc., que se han desarrollado en otros sectores. Los *pernos* se usan en la aviación y para la maquinaria agrícola; la soldadura juega un papel en la ingeniería mecánica y en la nuclear y el procesamiento electrónico de datos ha penetrado en todas las industrias. Los productos y procesos amigables con el medio ambiente y los empaques reciclables o biodegradables son preocupaciones generalizadas.

- *Sistemas mundiales de comunicaciones.* La industria de computadora ofrece un buen ejemplo de tecnología que necesita rápida y progresivamente ser normalizada a un nivel global. La compatibilidad total entre sistemas abiertos fomenta la competencia saludable entre productores y ofrece opciones reales a los usuarios dado que es un catalizador poderoso para la innovación, mejorando la productividad y la reducción de costos.
- *Normas globales para tecnologías emergentes.* Los programas de estandarización en campos completamente nuevos están ahora siendo desarrollados. Tales campos incluyen: materiales avanzados, medio ambiente, ciencias de la vida, urbanización y construcción. En las etapas más tempranas del desarrollo de la nueva tecnología, las aplicaciones pueden imaginarse, pero los prototipos funcionales no existen. Aquí, la necesidad para la estandarización está en definir la terminología y la acumulación de las bases de datos de información cuantitativa.
- *Países en desarrollo.* Las agencias de desarrollo reconocen cada vez más que una infraestructura de estandarización es una condición básica para el éxito de políticas económicas enfocadas a lograr un desarrollo sustentable. Crear tal infraestructura en países en desarrollo es esencial para mejorar su productividad, competitividad de mercado y capacidad de exportación.

La estandarización industrial es una condición que existe dentro de un sector industrial particular cuando la gran mayoría de los productos o servicios se ajustan a las mismas normas. Resulta de acuerdos de consenso alcanzados entre todos los participantes económicos en ese sector industrial: proveedores, usuarios y, frecuentemente, gobiernos. Acuerdan sobre especificaciones y los criterios a ser aplicados consistentemente en la elección y clasificación de materiales, la fabricación de productos y la prestación de ser-

vicios. La finalidad es *facilitar el comercio, el intercambio y la transferencia de tecnología* mediante:

- Mayor calidad y confiabilidad del producto a un precio razonable;
- Mejoramiento en la salud, seguridad y protección ambiental y reducción del desperdicio;
- Mayor compatibilidad e interoperabilidad de bienes y servicios;
- Simplificación derivada de mayor capacidad de utilización;
- Reducción en el número de modelos y, por tanto, reducción en costos;
- Incremento en la eficiencia de distribución y facilidad de mantenimiento.

Los usuarios tienen más confianza en productos y servicios que se ajustan a Normas Internacionales. La certeza del ajuste puede ser proporcionada por declaraciones del fabricante, o por auditorías que se efectúen por comunidades independientes.

1.7.4 Organización

ISO está constituida por miembros que se dividen en tres categorías:

Una *comunidad de miembros de ISO* es el comunidad nacional que significa "la mayoría más representativa de estandarización en su país". Así, una única comunidad por cada país puede admitirse como miembro de ISO.

Una comunidad de miembros tiene las siguientes responsabilidades:

- *Informar* a las partes potencialmente interesadas en sus países de las oportunidades e iniciativas relevantes de estandarización internacional;
- *Asegurar* que el punto de vista concertado de los intereses de su país está presente durante las negociaciones internacionales que conducen a acuerdos de normas;

-
- Proveer la porción de *apoyo financiero* de su país para las operaciones centrales de ISO, mediante el pago de derechos de miembros.
 - Las comunidades de miembros están autorizadas para participar y ejercer completamente *sus derechos de votación* en cualquier Comité Técnico y Comité de Políticas de ISO.

Un *miembro corresponsal* es comúnmente una organización en un país que no tiene aun totalmente desarrollada una actividad nacional de normas. Los miembros corresponsales no toman una parte activa en el trabajo técnico ni en el desarrollo de políticas; pero se mantienen informados sobre el trabajo de su interés.

ISO ha establecido también una tercera categoría, *miembros suscriptores*, para países con economías muy pequeñas. Los miembros suscriptores pagan cuotas reducidas de membresía que les permite mantener contacto con la estandarización internacional.

1.7.5 Cobertura

El alcance de ISO no es limitado a ninguna rama particular; cubre todos los campos técnicos con excepción de la ingeniería eléctrica y electrónica, que son responsabilidad del IEC. El trabajo en el campo de la tecnología de información es efectuado por una asociación ISO/IEC comité técnico (JTC 1).

1.7.6 Desarrollo de normas

Las normas ISO se desarrollan según los principios siguientes:

- *Consenso*. Las vistas de todos los intereses se toman en cuenta: fabricantes, vendedores y usuarios, grupos de consumidores, laboratorios de prueba, gobiernos, profesiones de ingeniería y organizaciones de investigación.
- A nivel *Industria*. Soluciones globales para satisfacer industrias y clientes en todo el mundo.
- *Voluntario*. La estandarización Internacional es conducida por el mercado y, por lo tanto, basada en el involucramiento voluntario de todos los intereses en el mercado.

Hay tres fases principales en el proceso de desarrollo de normas ISO.

La necesidad de una norma se expresa comúnmente por un sector de la industria, que comunica esta necesidad a una comunidad nacional de miembros. Ésta, a su vez, propone el nuevo artículo de trabajo ISO como un todo. Una vez que la necesidad de una Norma Internacional es reconocida y formalmente acordada, la primera fase *involucra la definición del alcance técnico* de la futura norma. Esta fase se efectúa comúnmente en grupos de trabajo que se conforma de expertos técnicos de los países interesados en la materia.

Una vez que el acuerdo se ha alcanzado sobre qué aspectos técnicos deben ser cubiertos por la norma, se entra en una segunda fase durante la que los países *negocian las especificaciones* detalladas dentro de la norma. Ésta es la fase de construcción del consenso.

La fase final comprende la *aprobación formal* del anteproyecto de Norma Internacional (los criterios de aceptación estipulan la aprobación por dos tercios de los miembros de ISO que han participado activamente en el proceso de desarrollo de normas y la aprobación del 75 % de todos los miembros que votan), el texto acordado se publica como una Norma Internacional ISO.

La mayoría de las normas requieren revisión periódica. Diversos factores se combinan para emitir una norma fuera de fecha: la evolución tecnológica, nuevos métodos y materiales, nuevos requerimientos de calidad y seguridad. Para tomar en cuenta estos factores, ISO ha establecido la regla general que todo estándar ISO debería revisarse a intervalos de no más de cinco años.

A la fecha, el trabajo de ISO ha resultado en cerca de 12,000 Normas Internacionales, representando más de 300,000 páginas en Inglés y Francés (la terminología se provee frecuentemente en otros idiomas también).

1.8 ISO 9000:2000

La nueva familia versión 2000 se ha simplificado con el objetivo de evitar la proliferación de normas. Muchas normas de guía de la versión 1994 desaparecen y otras se convierten en reportes técnicos.

A finales del año 2000 fueron publicadas las normas de calidad que sustituyeron a aquellas emitidas en 1994. Las normas principales son:

ISO 9000:2000 (NMX-CC-9000) describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.

ISO 9001:2000 (NMX-CC-9001) especifica los requerimientos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente. Esta norma especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema para dar cumplimiento a los requisitos del cliente.

ISO 9004:2000 (NMX-CC-9004) proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas. Brinda orientación sobre un rango más amplio de objetivos de un sistema de gestión de la calidad que la norma anterior, especialmente para la mejora continua del desempeño y de la eficiencia globales de la organización, así como de su eficacia. Esta norma se recomienda como una guía para aquellas organizaciones cuya alta dirección desee ir más allá de los requisitos de ISO 9001, persiguiendo la mejora continua del desempeño. Sin embargo, no tiene la intención de que sea utilizada con fines contractuales ó de certificación.

1.9 Normas mexicanas de calidad

México adoptó la serie ISO 9000 a fines de los años ochenta como Norma Oficial Mexicana bajo la serie NOM-CC. A raíz de la emisión de la Ley Federal de Metrología y Normalización en 1992, se cambió la nomenclatura a NMX o Norma Mexicana, la cual a diferencia de las NOM que son obligatorias, son normas voluntarias. La serie NMX-CC, emitida a mediados de los años noventa, es equivalente con la serie ISO 9000 versión 1994 de la NMX-CC-001 hasta la NMX-CC-008 y de la NMX-CC-017/1 a la NMX-CC-019. El Comité Técnico Nacional de Normalización en Sistemas de Calidad (COTENNSISCAL) es el responsable de la elaboración y revisión de estas normas mexicanas equivalentes a la serie ISO 9000.

Los nuevos equivalentes nacionales de ISO 9000 versión 2000 son: NMX-CC-9000-IMNC-2000 (ISO 9000:2000), NMX-CC-9001-IMNC-2000 (ISO 9001:2000) y NMX-CC-9004-IMNC-2000 (ISO 9004:2000).



Capítulo II
La industria del petróleo

2. La industria del petróleo

2.1. Introducción

Proveniente del latín (*petroleum*; *petra*: piedra, y *oleum*: aceite), la palabra petróleo significa aceite de piedra. Es un compuesto de hidrocarburos; esto es, una combinación de carbono e hidrógeno.

Se localiza en pequeños poros interconectados de algunas formaciones de roca subterránea impregnado en formaciones de tipo arenoso o calcáreo. Asume los tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso, según su composición y la temperatura y presión a que se encuentra. Estos depósitos de petróleo están generalmente a miles de metros bajo de la superficie terrestre. En el subsuelo, se encuentra por lo general encima de una capa de agua, hallándose en la parte superior una de gas.

A partir del petróleo se obtienen numerosos productos:

- **Combustibles para transporte**, tales como gasolina, diesel, turbosina, gas natural y propano,
- **Combustibles para calefacción**, tales como: propano, gas licuado de petróleo, combustóleo, y el gas natural para calefacción,
- **Fuentes de electricidad**, tales como el gas natural y el combustóleo, y
- **Petroquímicos** a partir de los cuales se obtienen plásticos, ropa, materiales de construcción, y otros productos diversos.

2.1.1 Teorías del origen del petróleo

Existen varias teorías sobre la formación del petróleo que pueden ser clasificadas en dos grandes rubros: *la de formación inorgánica* y *la de formación orgánica*.

La primera explica la formulación del petróleo como el resultado de reacciones geoquímicas entre el agua y el bióxido de carbono, además de otras sustancias inorgánicas como carburos y carbonatos de metales.

Esta teoría fue de gran aceptación durante muchos años, pero a medida que se han perfeccionado las técnicas del análisis geológico se ha ido acumulando información al respecto y se ha dado paso a teorías de formación orgánica que determinan que el petróleo es producto de la descomposición de organismos vegetales y animales que existieron en ciertos periodos del tiempo geológico y que fueron sometidos a enormes presiones y a elevadas temperaturas.

Los compuestos de los hidrocarburos que constituyen el petróleo, el gas natural y el carbón provienen de restos de vida animal y vegetal que fueron cubiertos por capas vegetales en el antiguo fondo marino. Después, esta materia orgánica se transformó mediante el calor y la presión generados por capas subsecuentes de materiales sedimentarios. En tiempo geológico, el depósito inicial de este material orgánico fue un suceso comparativamente reciente. Todos los depósitos de petróleo descubiertos se originaron en el último 10% de la vida de la tierra (entre 2 y 400 millones de años) durante las eras Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica Terciaria.

También puede confirmar el origen orgánico del petróleo la evidencia de que la mayor parte de los yacimientos del mundo se localizan en lugares que fueron ocupados por lagos y mares hace millones de años.

2.1.2 Composición

El petróleo lo forman los siguientes elementos químicos: carbono: de 76 a 86 por ciento e hidrógeno: de 24 a 14 por ciento. Normalmente, contiene algunas impurezas mezcladas como oxígeno, azufre y nitrógeno. También se han encontrado huellas de compuestos de hierro, níquel, vanadio y otros metales.

Tabla 2.1 Eras geológicas

	Período	Duración en millones de años		Formas de vida
		Duración	Acumulado	
Cenozoica "Vida moderna"	Cuaternario	3	3	Grandes mamíferos
	Terciario	63	66	
Mesozoica "Vida media"	Cretácico	70	136	Grandes dinosaurios
	Jurásico	54	190	
	Triásico	35	225	
Paleozoica "Vida antigua"	Pérmico	55	280	Primeros reptiles, Anfibios y peces
	Carbonífero	65	345	
	Devónico	50	395	
	Silúrico	35	430	
	Ordovícico	70	500	
	Cámbrico	70	570	
Precámbrica	Proterozoico	2,230	2,800	Bacterias y algas.
	Arcaico	2,470	4,700	

Edad aproximada de la tierra 4,700,000,000 años

Las diferentes mezclas de hidrocarburos tienen usos diferentes y valores económicos diferentes. Es necesario reconocer algunos tipos básicos de mezclas de hidrocarburos para comprender este concepto. El petróleo crudo se refiere a mezclas de hidrocarburos producidas a partir de depósitos subterráneos que son líquidos a la temperatura y presión atmosférica normal. El gas natural se refiere a mezclas de hidrocarburos que no son líquidas, sino gaseosas, a la temperatura y presión atmosférica normal.

Las mezclas de gases consisten en su mayor parte de metano (la molécula más pequeña de hidrocarburo natural que consiste de un átomo de carbón y cuatro átomos de hidrógeno). El gas Natural comúnmente contiene algunas de las moléculas más pequeñas de hidrocarburo que usualmente se encuentran en la naturaleza:

- Metano (CH_4)
- Etano (C_2H_6),
- Propano (C_3H_8)
- Butano (C_4H_{10}), y
- Pentanos a Decanos (C_5H_{12} a $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$).

Estos cuatro tipos de hidrocarburos se llaman en conjunto líquidos del gas natural (LGN¹) que son una valiosa materia prima para la industria petroquímica. Cuando son extraídas del gas natural, estas moléculas más pesadas y más grandes se convierten en líquido bajo diversas combinaciones de alta presión y baja temperatura.

2.1.3 Medición

En México y Estados Unidos el gas natural se mide de dos maneras, ambas importantes en la contabilidad del petróleo:

- Por la cantidad de energía o el poder calorífico, generalmente expresado en millones de Unidades Térmicas Británicas (MMBtu) y
- por el volumen, generalmente expresado en miles de pies cúbicos (mpc), ó millones de pies cúbicos (mmpc),

Algunas otras equivalencias serían:

Gas seco = 5.201 millares de pies cúbicos por barril de pce.

Un barril de crudo tiene 5.591 millones de BTU.

Un millón de pies cúbicos de gas seco dulce tienen 1,075 BTU

Un millón de pies cúbicos equivalen a 192.27 barriles (el inverso de esta cantidad da 5.201 millares de pies cúbicos por barril de pce.)

Los volúmenes de gas se miden necesariamente a una temperatura y presión estándares de referencia; esto es, a una presión atmosférica base entre 14.65 y 15.025 libras fuerza por pulgada cuadrada absoluta (psia) y a una temperatura de 60 grados Fahrenheit.²

El petróleo crudo se mide en México y en varias partes del mundo como volumen expresado en barriles (bbl).³ En algunas otras partes, el petróleo crudo es medido por el peso: toneladas métricas, o por el volumen: kilolitros, (un metro cúbico equivale a 1.31 yardas cúbicas). Una tonelada métrica de petróleo crudo tiene aproximadamente 7.33 barriles de petróleo crudo, pero la relación varía dado que algunas mezclas de petróleo crudo son más pesadas por barril que otras. Un kilolitro es igual a 6.29 barriles.

El petróleo crudo puede tener diversas mezclas diferentes de hidrocarburos líquidos. El petróleo crudo se clasifica como ligero o pesado, dependiendo de la densidad de la mezcla. La densidad se mide en gravedad API (°API). El petróleo crudo pesado tiene las moléculas de hidrocarburos más grandes y más largas y por lo tanto tiene una densidad mayor que el petróleo crudo ligero; además, es difícil producirlo y transportarlo al mercado y es más caro procesarlo y transformarlo en productos valiosos tales como la gasolina. En consecuencia, los petróleos crudos pesados se venden por mucho menos por barril que los ligeros, pero pesan más por barril.

Una de las maneras principales para clasificar el petróleo es mediante la gravedad API. La gravedad API es un nombre dado a una medida encontrada en una fórmula establecida por el "American Petroleum Institute" (API). Los principales factores que afectan la gravedad de petróleo crudo son la presión y la temperatura de la formación.

¹ El término líquidos del gas natural se abrevia a veces en otras partes como LGN's o LGN.

² En México las condiciones que se utilizan normalmente en la medición de los hidrocarburos son: 15.6°C (60 °F) y 14.7 libras por pulgada².

³ Se dice que la abreviatura bbl provino a finales de los 1800s cuando la Standard Oil dominaba la industria del petróleo de EE UU y transportaba el petróleo crudo en barriles normalizados pintados de azul. El término barriles azules se abrevió bbl (Blue Barrel). Fuente: Oil & Gas Journal, Agosto 14, 1995, página 24.

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{ge}_{60^{\circ}\text{F}}} - 131.5$$

En la mayoría de las cuencas sedimentarias, el petróleo llega a ser más ligero y la gravedad API llega a ser más alta conforme aumenta la profundidad. Las rocas más profundas y más antiguas comúnmente tienen una API más alta, mientras que las rocas más someras y jóvenes generalmente presentan un API más bajo. Estas clasificaciones son importantes en la evaluación del grado de comercialización de un grado particular de petróleo.

Tanto el petróleo crudo como el gas natural pueden contener contaminantes, tales como compuestos de azufre y dióxido de carbono (CO_2), que deben ser removidos antes de su venta. El contaminante sulfuro de hidrógeno (H_2S) es venenoso y cuando se disuelve en agua, corroe los metales. El petróleo crudo y el gas natural con alto contenido de azufre se llaman gas amargo y crudo amargo, respectivamente, a diferencia del crudo dulce. Algunos petróleos crudos contienen pequeñas cantidades de metales que requieren de equipo especial para removerlos del crudo.

2.2. Estructura de la industria

La industria del petróleo tiene cuatro segmentos importantes, que en conjunto determinan su grado de integración:

2.2.1 Exploración y producción o E&P.

En esta parte de la industria se realiza la exploración de los yacimientos subterráneos de petróleo y gas y se producen tanto el gas como el petróleo. Se recurre a la perforación de pozos con el fin de traer a la superficie el crudo, el gas y el agua para su posterior separación. Este segmento es el tema de este trabajo.

2.2.2 Procesamiento de hidrocarburos.

Las refinерías de crudo y las plantas procesadoras de gas, separan y procesan los fluidos de hidrocarburos y los gases transformándolos en diversos productos vendibles. Los productos refinados y los líquidos del gas natural pueden procesarse adicionalmente en

“plantas petroquímicas” para fabricar algunos petroquímicos, los cuales, a la vez, son enviados a las refinerías de petróleo crudo para mezclarse o procesarse con otros hidrocarburos líquidos para hacer diversos productos refinados, tales como la gasolina.

2.2.3 Transporte, distribución y almacenamiento.

El petróleo es enviado desde los pozos de producción a las refinerías de petróleo crudo y a las plantas procesadoras de gas. El petróleo crudo es transportado por ductos, camiones, barcazas, o buques-tanque. El gas natural es bombeado por ductos. Los productos refinados y el gas natural son transportados similarmente por diversos medios hasta los puntos de distribución al detalle, tales como las estaciones de servicio de gasolina y las distribuidoras de gas.

2.2.4 Comercialización final.

Se aplica en las estaciones de servicio para vender gasolinas automotrices y diesel y las compañías distribuidoras de gas.

El segmento de Exploración y Producción (E&P) recibe el nombre de operaciones “upstream” ó de “aguas arriba”, y los otros tres segmentos, esto es, procesamiento, transporte, distribución y comercialización final son las operaciones de “downstream” ó de “aguas abajo”. Las compañías que tienen ambas operaciones son “verticalmente integradas”. El caso de México corresponde a éste último.

2.3. Proceso de negocios de exploración y producción

Las etapas del proceso de una empresa productora de petróleo, integrada verticalmente, son como las que se muestran en el siguiente esquema:

Figura 2.1 Esquema del proceso de negocios en exploración y producción

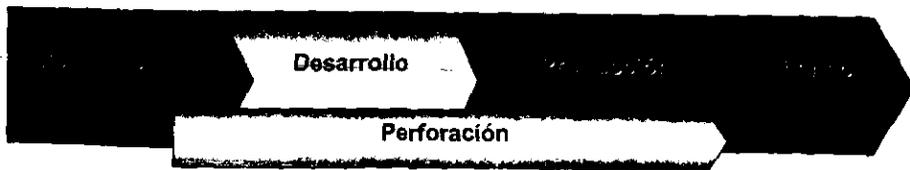
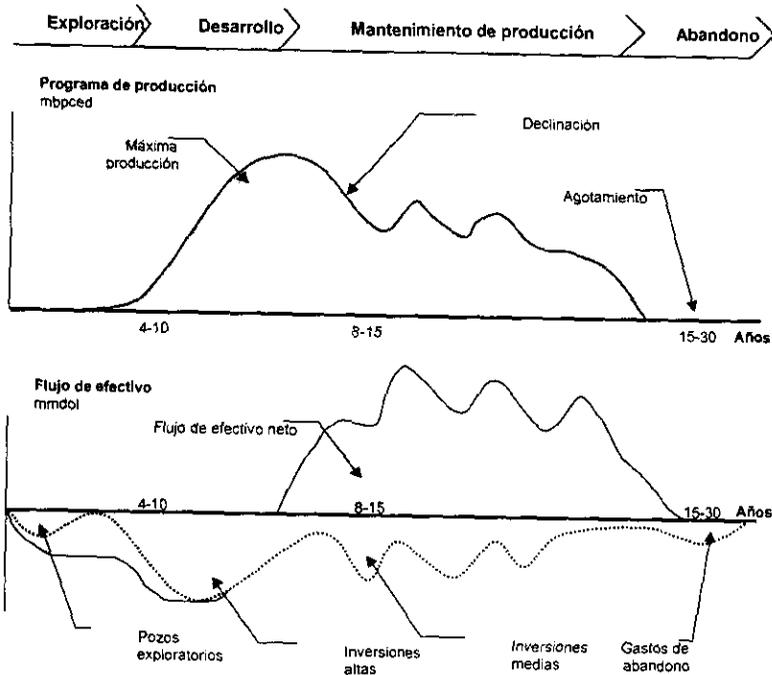


Tabla 2.2 Características de las etapas del proceso

	<u>Exploración</u>	<u>Desarrollo</u>	<u>Producción</u>	<u>Abandono</u>
Duración:	4-10 años	3-6 años	15-20 años	1-3 años
Horizonte acumulado:	4-10 años	7-16 años	22-36 años	23-39 años
Objetivos:	Incorporación de reservas	Caracterización de yacimientos Producción creciente	Máxima extracción posible	Remediar la zona afectada
Principales actividades:	Estudios sísmicos Perforación de pozos exploratorios Perforación de pozos delimitadores	Perforación de pozos de desarrollo para iniciar producción Construcción de infraestructura (plataformas, ductos, plantas de proceso) para el manejo y transporte de hidrocarburos)	Construcción de infraestructura para eliminar cuellos de botella Perforación de pozos intermedios Mantenimiento mayor Instalación de sistemas artificiales (bombeo mecánico, neumático ó centrífugo) y/o mantenimiento de presión (inyección de gases ó líquidos) para mejorar la recuperación de hidrocarburos y sostener la producción	Taponamiento y sello de pozos Desmantelamiento y recuperación de instalaciones Saneamiento del área

Figura 2.2 Ciclo de vida económico de un yacimiento



2.4. Exploración

La geología⁴ y la Geofísica⁵ se aplican conjuntamente para la exploración del crudo y el gas. La mayoría de los estudios geológicos están enfocados en aspectos de la corteza terrestre porque es directamente observable y es la fuente de energía y minerales de la moderna sociedad industrial actual.

El objetivo de la exploración es localizar nuevas reservas de hidrocarburos que pueden ser producidas comercialmente. Diversas técnicas se emplean para explorar la superficie

⁴ Geología es la ciencia que estudia la historia y la estructura de la tierra.

y el subsuelo e incluyen la geología (estudio de la estructura de la corteza terrestre) y/o la geofísica (estudio de la física de la tierra).

Tabla 2.3 Técnicas y características de la exploración

<u>Exploración</u>	<u>Técnica</u>	<u>Característica</u>
Superficial:	Manifestaciones superficiales	Evidencia muy confiable
	Fotografía aérea y reconocimiento satelital	Ondas de radio de alta frecuencia y eco. Landsat 4 (EU)
Subsuelo:	Mapas de estructuras superficiales	Representan la topografía del subsuelo
	Mapas de sección transversal	Muy importantes en áreas con estructuras complicadas
	Medidas geofísicas del subsuelo	Medición de fuerzas o cambios de ellas. Se pueden inducir para evaluar su comportamiento
	Exámenes Gravimétricos	Analiza los cambios de la fuerza de gravedad que dependen de las diferentes densidades de las rocas del subsuelo
	Exámenes del Magnetismo	Análisis de las desviaciones de los campos magnéticos generadas por masas rocosas con altas concentraciones magnéticas.
	Exámenes de sismicidad	Ondas de sonido producidas artificialmente y que se reflejan en las formaciones del subsuelo. Existen diversos tipos: Sísmicas 2D, 3D y 4D (tiempo) Exploración asistida por computadora Exploración costa afuera

⁵ Geofísica es la ciencia que estudia las propiedades físicas de la tierra.

-
- a) **Trabajos de reconocimiento.** Los trabajos de reconocimiento tienen por finalidad el estudio de las condiciones geológicas generales de un área para estimar las posibilidades de que existan hidrocarburos en el subsuelo. Incluyen exploraciones fotogeológicas, de geología superficial y estudios geofísicos de gravimetría, magnetometría y sismología regional.
 - b) **Trabajos de detalle.** Los trabajos de detalle se realizan en áreas seleccionadas con las mayores posibilidades, tratando de definir los lugares donde las capas del subsuelo presenten características apropiadas para la acumulación de petróleo. El método más valioso para este tipo de trabajo es el sismológico. Se utilizan además los métodos geológicos de detalle.
 - c) **Estudios para la localización de pozos exploratorios.** La información obtenida en las exploraciones geológicas y geofísicas se analiza cuidadosamente, con intervención de numerosos técnicos cuya experiencia y conocimientos permiten localizar los lugares donde deben perforarse los pozos exploratorios.
 - d) **Análisis de los resultados obtenidos para programar la perforación de nuevos pozos.** Durante la perforación de los pozos exploratorios, geólogos y paleontólogos estudian las muestras de roca cortadas por el pozo, haciendo periódicamente mediciones geofísicas dentro del mismo. Los resultados de estos estudios definen las capas del subsuelo que contienen hidrocarburos y de las cuales puede extraerse petróleo.

Antes de cementar las tuberías se acostumbra tomar los **registros eléctricos** que dan la información sobre el espesor de los estratos productores y posibilidad de producción de los mismos, así como las profundidades convenientes para cementar las tuberías a que se ha hecho referencia.

2.4.1 Yacimientos

La corteza terrestre se compone esencialmente de tres tipos de **rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias**. Aunque el aceite y el gas se han encontrado en los tres tipos, se asocian esencialmente con la roca sedimentaria. Las rocas **sedimentarias** provienen

de una variedad de fuentes, pero en general se depositaron en la tierra por la acción del viento o el agua, o mediante la sedimentación química (lixiviación). Estos materiales sedimentarios pueden clasificarse como (1) **rocas** (arenisca, pizarra), (2) **carbonatos** (piedras calizas), y (3) **dolomitas**.

El hidrocarburo no se encuentra distribuido uniformemente en las capas del subsuelo. Es necesario que concurren **cuatro condiciones** para dar lugar a un yacimiento donde se acumule petróleo y gas.

- Deben existir **rocas generadoras** cuyo alto contenido orgánico haya servido como fuente de hidrocarburos por efecto de la presión y de la temperatura.
- Una **roca impermeable** sello que evite el flujo vertical del petróleo a la superficie.
- Un **yacimiento** que es una roca almacenadora porosa y permeable, en forma tal que bajo presión, el petróleo pueda moverse a través de sus poros de tamaño microscópico.
- Una roca en forma de **"trampa"**. Es decir que las rocas impermeables se encuentren dispuestas en tal forma que permiten la acumulación de los hidrocarburos.

La formación de los yacimientos de petróleo y gas se realizó en **cuatro etapas** principales:

- Inicialmente, se dio la **acumulación** de materia orgánica sobre una capa impermeable. Las capas de cieno que originalmente preservaron las plantas y el material animal son conocidas como lechos generadores.
- **Descomposición** parcial por la acción de bacterias anaeróbicas en los depósitos generadores,
- **Migración** hacia las rocas de los yacimientos como resultado de la presión. Estas rocas tienen como características la porosidad y la permeabilidad. La alta temperatura y la presión continua de capas subsecuentes sobre el lecho generador permitieron que el petróleo y el gas abandonaran las rocas generadoras y se acumularan en las rocas

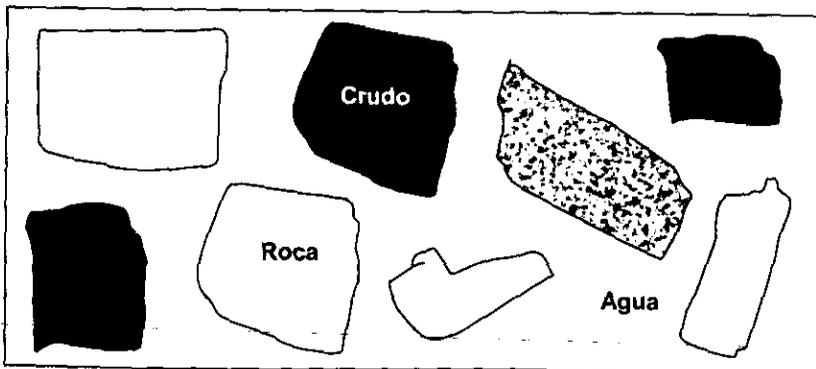
adyacentes permeables y porosas tales como areniscas, carbonatos (piedras calizas), y dolomitas. Estas últimas son los yacimientos de los hidrocarburos que emigraron y son conocidas como rocas de yacimiento

- Posteriores movimientos de la corteza terrestre propiciaron una **segunda migración** de los hidrocarburos, hasta que se encontraron una nueva capa impermeable.

El origen, migración, y acumulación de petróleo fue un proceso altamente ineficiente. Cerca del 2% de la materia orgánica dispersa en las rocas generadoras llegó a ser petróleo, y escasamente el 0.5% de esa cantidad se acumuló en un yacimiento y es susceptible de ser producido comercialmente.

La roca está llena de millones de intersticios y espacios minúsculos llamados poros. Estos poros son los espacios entre los granos individuales que constituyen la roca del yacimiento. Algunas rocas tienen poros grandes; otras tienen poros pequeños. La relación del volumen de poros al volumen total de roca es conocido como **porosidad**,⁶ usualmente expresado como un porcentaje. Una roca de arena puede tener 30% porosidad, mientras que una caliza puede tener tan solo 5% de porosidad. Así, entre mayor sea el porcentaje de porosidad, mayor es la capacidad que una roca tiene para retener cantidades grandes de petróleo.

Figura 2.3 Porosidad de la roca del yacimiento



⁶ **Porosidad:** volumen de poros por unidad de volumen de roca sedimentarias. Conforme aumenta la profundidad la porosidad tiende a decrecer como resultado de la compactación de las capas superiores.

Además de contar con la suficiente porosidad, los hidrocarburos deben ser capaces de moverse de un poro a otro y eventualmente emigrar hacia la superficie. La facilidad con que un fluido se mueve a través de los espacios interconectados de poros de roca se llama **permeabilidad**.⁷ Entre más alta sea la permeabilidad de una roca, más fácil será moverse a los hidrocarburos de un poro a otro dentro de la roca.

De esta forma, los poros o espacios minúsculos en los sedimentos proveen las aperturas en que el petróleo y el gas pueden acumularse y las fracturas minúsculas en las rocas dejan que el petróleo y el gas emigren desde las rocas generadoras hasta las rocas del yacimiento.

2.4.2 Clasificación de las trampas

Las trampas difieren en tamaño, perfil y tipo, principalmente, por la manera en que se formaron. Se clasifican en: **estructurales, estratigráficas, truncadas y combinadas**.

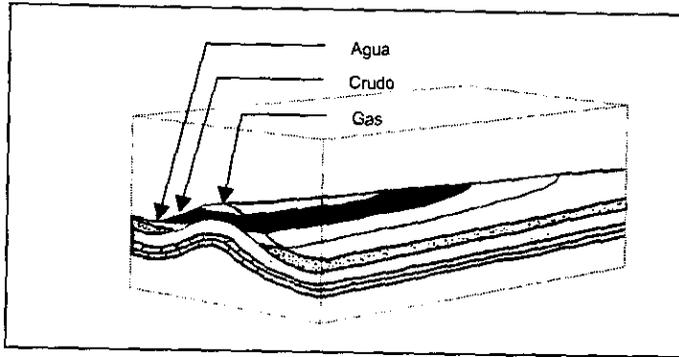
Estructurales: Las trampas estructurales se formaron por estructuras geológicas resultantes de un movimiento horizontal y/o vertical de la corteza terrestre, directa o indirectamente relacionada con los movimientos de las placas tectónicas. Los tipos de trampa estructural son: **anticlinales, fallas y cúpulas**.

Anticlinales. Están formadas por el pliegue de estratos en un domo como resultado del empuje desde abajo. Las trampas anticlinales están cubiertas por una roca impermeable, se llenan con el movimiento del agua, aceite, gas o alguna combinación de ellos a través de los estratos porosos, hasta que el movimiento se detiene por la roca de sello. Este tipo de trampa es la que contiene las mayores reservas de crudo y gas. Se estima que aproximadamente el 80 por ciento del petróleo del mundo provino de trampas anticlinales.

Los pliegues ascendentes ó arcos se llaman anticlinales; los pliegues descendentes o depresiones se llaman sinclinales. Los pliegues pueden ser simétricos, con los flancos similares sumergidos en ambos lados, y asimétricos, con una de extremidad más acantilada que el otro.

⁷ **Permeabilidad:** mide la facilidad relativa con la que el aceite y el gas pueden fluir a través de las rocas y se expresa en milidarcies.

Figura 2.4 Anticlinales



Estratigráficas. Estas trampas están formadas por diferencias en las características de los estratos en varios puntos en donde el crudo y el gas se encuentran atrapados en las porciones porosas de la formación y están rodeadas por secciones no porosas. Ejemplos de estas trampas incluyen: discontinuidades abruptas en la porosidad de la formación, sedimentación irregular de arenas y pizarras y cambios en las rocas carbonosas.

Fallas: Las fallas están formadas por el rompimiento o *fracturamiento* de los estratos, como resultado del desplazamiento ó movimiento de la corteza terrestre. Cuando las fallas ocurren, la posición relativa de las capas sedimentarias cambia hasta que un lecho poroso que contiene hidrocarburos puede ser sellado por una formación impermeable, con lo que se establece un sello o trampa.

Figura 2.5 Trampa estratigráfica

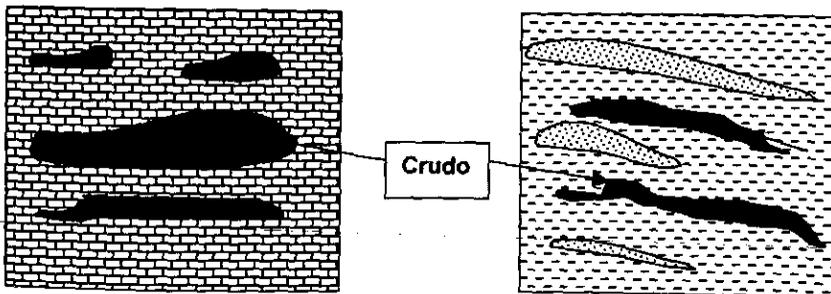


Figura 2.6 Falla simple

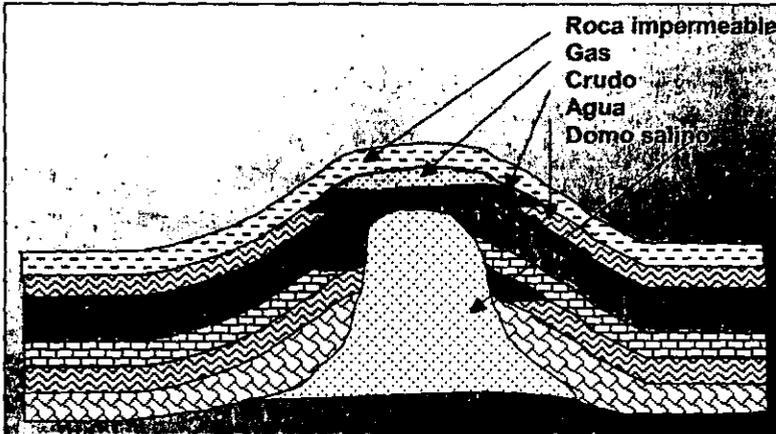
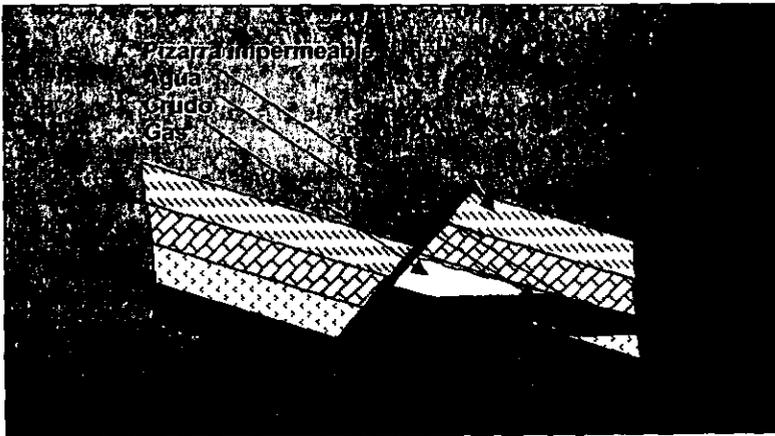


Figura 2.7 Falla por intrusión de un domo salino

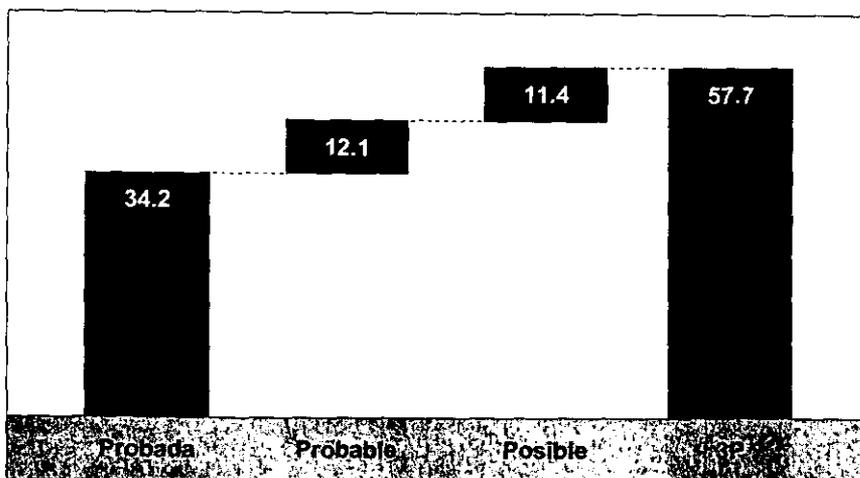


Domos: Los domos salinos son los que tipifican este tipo de formaciones. Una cama de sal no porosa, que es menos densa que las rocas circundantes, empuja hacia arriba ó perfora puntos débiles de las formaciones superiores. Donde ha habido perforación de una ó más formaciones, las fallas se forman efectivamente en cada lado del domo de sal.

las reservas probables. En éstos términos, se tiene una probabilidad de al menos 10 por ciento de que las cantidades actualmente recuperadas serán iguales o mayores que la suma de las reservas estimadas probadas más probables más posibles.

Reserva probable: Reservas no probadas cuyos análisis de datos geológicos y de ingeniería sugieren que tienden más a ser que a no ser comercialmente recuperables. Esto es, se tendrá una probabilidad de al menos 50 por ciento de que las cantidades actualmente recuperadas serán iguales o mayores que la suma de las reservas estimadas probadas más probables.

Figura 2.9 Reserva remanente de hidrocarburos. Petróleo crudo equivalente al 1° de enero de 1999 (mmmbpce)



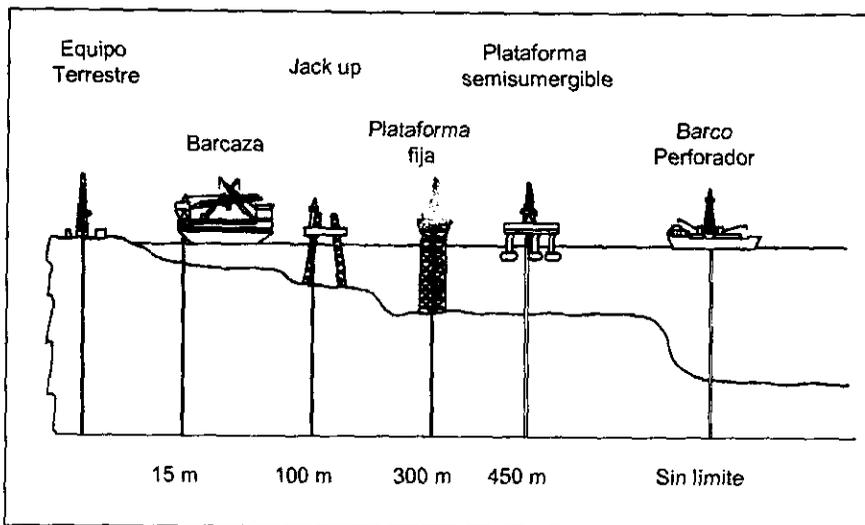
Reserva probada: Volúmenes de hidrocarburos o sustancias asociadas evaluadas a condiciones atmosféricas, que se estima con razonable certidumbre que serán comercialmente recuperables a partir de una fecha dada, proveniente de yacimientos conocidos y bajo condiciones económicas y métodos operacionales actuales. Se tiene una probabilidad de al menos 90 por ciento de que las cantidades actualmente recuperadas sean mayores o iguales a las reservas estimadas.

2.5. Perforación

2.5.1 Tipos de equipos de perforación.

En la figura 2.10 se presenta un esquema de los diferentes equipos utilizados en la perforación de pozos petroleros.

Figura 2.10 Tipos de equipos de perforación



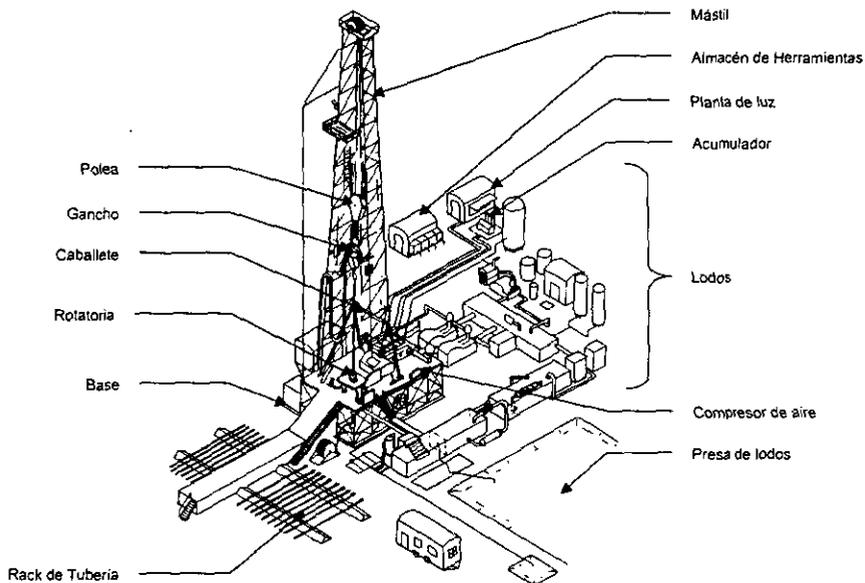
El tipo más usual en la perforación terrestre es el mástil en cantiliver. Este equipo se ensambla en tierra y luego se levanta a la posición vertical utilizando la fuerza del malacate.

Los equipos de perforación marinos desarrollan la misma función que los terrestres pero su diseño es más complejo.

Perforación rotatoria. Este método de perforación es el más utilizado actualmente. Para cortar la formación se utiliza una barrena que está unida a la tubería de perforación. La barrena es bajada al fondo del pozo y la tubería se gira desde la superficie mediante una mesa rotatoria, en la cual está insertada una pieza de tubo hexagonal ó cuadrada (kelly).

Esta parte está conectada a la tubería en la superficie y pasa a través de la mesa rotatoria. La acción rotatoria de la mesa es aplicada al kelly, éste a la tubería de perforación y ésta a la barrena.

Figura 2.11 Equipo de perforación



Las operaciones de perforación normalmente consisten en la perforación continua de incrementos equivalentes a la longitud de la tubería (10-15 metros). Este proceso continúa hasta que la barrena debe reemplazarse, ya sea que se desgastó ó es necesario perforar una formación diferente.

En el sistema rotatorio se perfora un agujero haciendo girar una barrena a la cual también se le aplica una fuerza de compresión. La barrena está conectada y se hace girar por la sarta de perforación, compuesta de tubería de perforación de acero de alta calidad y de lastrabarreras, tubos de acero de paredes muy gruesas, cuya función es proporcionar la carga de compresión en la barrena, permitiendo que la tubería de perforación más ligera permanezca en tensión.

A medida que se profundiza el pozo se van agregando nuevos tramos de tubería de perforación. Los cortes o pedazos de formación que arranca la barrena son levantados por el fluido de perforación (lodo), que circula hacia abajo por el interior de la tubería de perforación, sale a través de los orificios o toberas de la barrena y regresa a la superficie por el espacio anular, comprendido entre las paredes del pozo y la tubería de perforación. En la superficie, el fluido (lodo), que sale del pozo, se hace pasar a través de un cedazo o tamiz vibratorio donde se, eliminan los pedazos de formación, de ahí pasa a las presas, que generalmente son tres, donde se da el tratamiento necesario al fluido. De la última presa succionan el lodo las bombas y se repite el ciclo, bombeando a través del claro vertical de la manguera flexible y de la unión giratoria al interior de la tubería de perforación.

Se utilizan tres tipos generales de barrenas: a) de cola de pescado, b) barrenas de roca y c) de diamante.

Los principales componentes de un equipo de perforación rotatoria son:

- **Mástil:** Es la estructura colocada sobre el pozo que ayuda a remover y bajar la tubería al pozo. La torre o mástil proporciona el claro vertical para bajar o subir la sarta de perforación, al meterla o sacarla del pozo durante las operaciones de perforación, debe tener la resistencia y la altura suficientes para efectuar estas operaciones en una forma segura y expedita. Las capacidades de carga de estas torres o mástiles, varían aproximadamente de 45 a 700 toneladas, empleándose las más ligeras para perforar pozos someros y las más resistentes para pozos profundos.
- **Subestructura:** La subestructura es, como su nombre implica, el soporte en el que descansa la torre. Debe resistir las cargas previstas con un factor de seguridad conveniente; ser de altura suficiente para permitir la colocación y acceso de los preventores (válvulas) empleados para cerrar el pozo en caso de emergencia.
- **Malacates:** Se utilizan para levantar objetos. El malacate es una de las partes principales del equipo de perforación; tiene las siguientes funciones: es el centro de control desde donde el perforador opera al equipo, contiene los embragues, cadenas, engranes, aceleradores de las máquinas y mecanismos que permiten dirigir la potencia de los motores a la operación particular que se desarrolla. Contiene un tambor que reco-

ge o alimenta el cable de perforación para subir la polea viajera según la operación. La potencia necesaria para las maniobras la proporcionan los motores, que pueden ser de combustión interna o eléctricos; dan también la potencia para mover las compresoras de aire; las bombas de lodo, empleadas para hacer circular el fluido de perforación, son normalmente de pistones, de doble acción, tipo Dúplex (de dos pistones).

- **Motores:** mueven las bombas de lodos y los malacates. Proveen la fuerza para requerimientos misceláneos, tales como electricidad.
- **Sistema de manejo de lodos:** Abarca las bombas de lodos, tanques de lodo, líneas y mangueras de circulación
- **Sarta de perforación:** comprende todo el ensamble rotatorio y consiste de la flecha (kelly), la tubería de perforación, collares de perforación y la barrena. La flecha es siempre la conexión superior de la sarta de perforación, comúnmente es un tubo de sección cuadrada pero puede ser hexagonal u octagonal, pasa por los bujes ajustados en la mesa rotatoria, que permiten que el movimiento giratorio de esta mesa se transmita a toda la sarta de perforación, siendo ésta su primordial función.

Tabla 2.4 Análisis de tiempo de perforación

Actividad	Días	Porcentaje del total
1 Instalación y armado	2.5	6.3
2 Perforación	20.6	52.3
3 Reparaciones	0.7	1.9
4 Evaluación de la formación	2.5	6.3
• Registros	0.6	1.7
• Toma de Núcleos	1.1	2.7
• Pruebas	0.8	1.9

Actividad	Días	Porcentaje del total
5 Pesca	0.9	2.2
6 Cementado	1.5	3.8
7 Fraguado	1.7	4.2
8 Acondicionamiento de lodos	2.4	6.1
9 Terminación	5.0	12.8
10 Otros	1.6	4.1
Total	39.4	100.0

Brote del pozo: marzo 26 de 1999

Terminación del pozo: junio 20 de 1999

En el fondo del pozo, los cortes, o los pedazos de los cortes de la formación que se desprenden por la barrena, se recuperan continuamente por la circulación del fluido de perforación o lodo. El lodo de perforación circula al pozo por el interior de la tubería de perforación y sube nuevamente por fuera de la tubería hasta la superficie. Con esto se cumplen varias funciones: enfría y lubrica la barrena y emplasta las paredes del pozo, haciéndolo más estable; y su presión hidrostática el flujo de agua salada, crudo y gas a la boca del pozo, ayudando a prevenir descontrol del pozo.

En el **programa de perforación** se indica la profundidad del pozo y las tuberías de revestimiento que han de cementarse. Generalmente tres: una superficial (340 mm), una intermedia (244 mm) y una final (168 mm de diámetro) Para alojar estas tuberías deberá perforarse primeramente hasta determinada profundidad con barrenas de 432 mm, después con barrenas de 311 y por último, con barrenas de 219. Durante la perforación y si el caso lo requiere, deberán tomarse **registros**, cortando núcleos de la formación.

2.5.2 Registros.

En la perforación exploratoria es necesario contar con un grupo de métodos y herramientas para localizar y evaluar la importancia comercial del posible yacimiento. Estos **métodos** pueden ser clasificados según la etapa de perforación:

- **Durante la perforación:** registros del análisis del fluido de perforación y de los cortes de la formación; análisis de núcleos y corazones.
- **Perforación terminada** ó una parte de ella: registros eléctricos, núcleos de las paredes y terminaciones temporales.
- **Pruebas de Formación.** Durante el curso de la perforación es necesario en ocasiones, verificar la presencia o ausencia de hidrocarburos en un intervalo perforado, para ello se utiliza un probador de formaciones que se introduce unido a la tubería de perforación. La prueba de formación es propiamente una terminación temporal del pozo, durante la cual se aísla una sección del agujero descubierto, quitando la presión hidrostática de la columna de lodo de perforación y se deja producir a través de la tubería de perforación.

El probador de formaciones consiste básicamente de lo siguiente:

- Uno o dos elementos empacadores de hule que pueden expandirse contra las paredes del pozo para segregar el espacio anular en secciones arriba y abajo del empacador.
- Una válvula que controla el flujo de la tubería de perforación y excluye el lodo durante el viaje al fondo del pozo, y permite que los fluidos de la formación entren durante la prueba; y otra que permite igualar las presiones de uno y otro lado del empaque al terminar la prueba de formación.
- Un manómetro.

El elemento empacador de hule se introduce al pozo, permitiendo que el lodo, desplazado por la sarta de tuberías, se levante en el espacio anular. Cuando llega al fondo, el hule se

comprime y expande, aislando en esta forma la zona inferior del pozo del resto del agujero. La fuerza de compresión se obtiene sentando la tubería en el fondo del pozo, la válvula del probador se abre para que entren los fluidos a la tubería de perforación, que está vacía. Al final de la prueba se cierra la válvula del probador, se abre la válvula igualadora para establecer la misma presión en ambos lados del hule empacador y se extrae la tubería, del interior de ésta se recuperan los líquidos que fluyeron de la formación (aceite o agua) Las presiones obtenidas durante la formación, así como la clase y el volumen de líquidos recuperados dentro de la tubería de perforación son datos útiles para determinar la potencialidad productora del Intervalo probado.

2.5.3 Terminación de pozos

Revestimiento del Pozo. Durante el curso de la perforación es necesario revestir o ademar el pozo a diferentes intervalos empleando para ello tuberías de acero de la longitud y diámetro requeridos, las cuales se cementan dentro del agujero perforado.

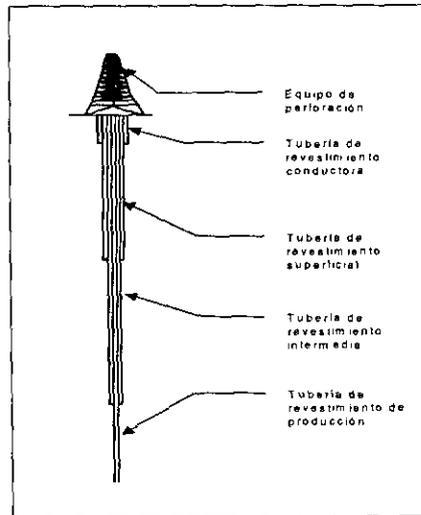
El número y el diámetro de las tuberías de revestimiento varían de acuerdo con las diferentes áreas perforadas, con las profundidades y con las características productoras del pozo. Generalmente se ademan tres tuberías de diferentes diámetros en un pozo, denominándose a la mayor diámetro tubería superficial y de control, a la siguiente tubería de revestimiento intermedia ya la de menor diámetro y mayor profundidad tubería productora.

Cementación. Cada tubería de revestimiento se fija en su lugar con una lechada de cemento que se bombea por el interior de la tubería de ademe y sube por el espacio anular, en cantidad predeterminada, según el volumen del espacio anular y la altura a la que se desea que suba el cemento, se deja en reposo durante varias horas para que fragüe, antes de continuar la perforación u otras operaciones.

El trabajo de cementación primaria se efectúa en la siguiente forma. El cemento, en sacos o a granel, en tanques, se vacía a un embudo: donde se mezcla con agua que sale a presión de una boquilla de la parte inferior del embudo; la lechada resultante se bombea desde un camión cementador que tiene instaladas bombas de alta presión, hacia el interior de la tubería de ademe.

Una vez bombeado el cemento, separándolo del lodo por medio de tapones que limpian las paredes del ademe, previamente colocados en el sistema, en una cabeza de cementación, la lechada de cemento y los tapones se desplazan, bombeando lodo de perforación. Cuando el tapón inferior llega a la parte de la tubería de ademe, donde se coloca previamente un cople retenedor que aumentará ligeramente la presión de bombeo, éste rompe el diafragma de dicho tapón y permite continuar desplazando la mezcla al espacio anular; cuando el tapón superior llega al cople retenedor se incrementa la presión considerablemente, indicando que la operación se ha terminado y se deja en reposo el tiempo necesario para que fragüe. En la superficie se le instalan las conexiones de control que requiere cada tubería y posteriormente, con una barrena, se perforan los tapones, continuando con las operaciones de perforación.

Figura 2.12 Tuberías de revestimiento



Las técnicas mencionadas anteriormente determinan si un pozo debe ser terminado para ponerlo a producir ó taponarse y sellarse. Los métodos mencionados también determinan ciertas características de las formaciones potencialmente productivas para indicar el método más idóneo para terminar el pozo. Las terminaciones pueden clasificarse en: terminaciones de revestimiento, de pozo abierto y pozo drenado.

Terminación. Una vez cementada la última tubería de ademe y probada con presión, se procede a poner el pozo en explotación, para lo cual es normal que se utilice la técnica de terminación permanente, que a grandes rasgos consiste en lo siguiente. Se llena el pozo con agua, se mete la tubería de producción, se instala el árbol de válvulas, se introducen las cargas explosivas y se hacen explotar frente a la roca que contiene hidrocarburos. Después se abre el pozo para que fluya por sí mismo. En caso de que esto no suceda, se le sondea. Por último, ya que el pozo está produciendo, se conecta a la tubería de descarga, para producir los hidrocarburos a la tubería de separación que segrega el aceite del gas, los cuales se llevan separadamente por oleoductos y gasoductos.

2.6 Desarrollo

2.6.1 Desarrollo de un campo

Una vez que ha sido perforado un pozo comercialmente productivo, que demuestra la existencia de un campo petrolero, el interés se orienta a la determinación del tamaño del yacimiento. El área y las secciones productivas deben ser determinadas y localizadas.

Cuando se diseña un programa de explotación deben tomarse en cuenta diversas características, tales como las fuentes de energía natural del yacimiento, tales como el agua o el gas.

Cuando la energía natural del yacimiento es utilizada a su máximo potencial, el yacimiento producirá más eficientemente y económicamente. Los primeros pozos experimentan la más alta presión del yacimiento y el mayor tiempo de producción, de tal suerte que la producción inicial y final es substancialmente mayor que los pozos perforados posteriormente.

La información obtenida del primer pozo se integra con la previa (registros, mapas y datos de presión y producción) para determinar la extensión del campo y sus reservas recuperables de aceite y gas. Con esto se formula un plan de desarrollo que contempla el total de pozos necesario, el espaciamiento ó distancia entre pozos y su arreglo geométrico.

2.6.2 Estimación del número de pozos

En esta parte el objetivo es desarrollar el área más grande posible con el menor número de pozos sin correr el riesgo de localizar un pozo más allá de los límites de la formación y perforar un pozo seco. La productividad por pozo debe ser tomada en cuenta y ponderada frente al costo de perforar pozos adicionales, para determinar el número ideal de pozos que generarán la máxima tasa de retorno.

Para reducir el riesgo, generalmente el segundo pozo es perforado a corta distancia del primero. El tipo de estructura y la magnitud y extensión de la trampa son consideraciones importantes para la determinación de los siguientes pozos y la distancia que deben ser espaciados a partir del primero.

2.6.3 Espaciamiento

Si la estructura indica una falla anticlinal o domo, la exploración de los límites del área productiva puede ser conducida a la perforación de pozos, primero, en ambas direcciones a lo largo de los ejes principales de la estructura, localizando los pozos tan cerca como sea posible sobre la cresta estructural y, segundo, sobre una línea en ángulo recto al eje. Los pozos se localizan en ambos lados de la cresta, explorando los flancos hasta que se encuentra el filo de agua (agua que rodea la formación productiva) ó hasta que los pozos subsecuentes empiezan a ser poco productores que dejan de ser rentables.

El espaciamiento de los pozos no es un asunto que pueda ser decidido fácilmente. Las condiciones físicas y económicas de cada situación debe ser considerada cuidadosamente antes de la adopción de decisiones. El gasto de perforar pozos debe ser ponderado contra los beneficios obtenidos para determinar la configuración más rentable. No obstante, dado el gran número de variables involucradas, esta etapa se convierte en un proceso de prueba y error.

2.6.4 Arreglos

En esencia el espaciamiento involucra perforación preliminar de pozos espaciados ampliamente a distancias uniformes. Una vez logrado esto, se perforan pozos intermedios a

intervalos y espaciamentos diseñados para lograr la extracción más económica. Este plan tiene las siguientes ventajas:

- La producción inicial es más alta que la producción usando planes con espaciamiento usual.
- La producción de pozos ampliamente espaciados es substancialmente mejor que la de pozos espaciados cercanamente.
- La decisión de espaciamiento adicional puede ser diferida hasta que se disponga de más información.

La desventaja obvia es el riesgo de perforar un pozo seco.

Un método común es perforar filas y columnas a partir de la propiedad probada hacia la no probada. Este plan es el que proporciona la máxima protección contra el riesgo de perforar un pozo seco cuando se desconoce si el área es productiva. También ayuda a obtener información importante de las condiciones estructurales para nuevas localizaciones

2.6.5 Consideraciones adicionales

Cuando se planea un patrón de desarrollo, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

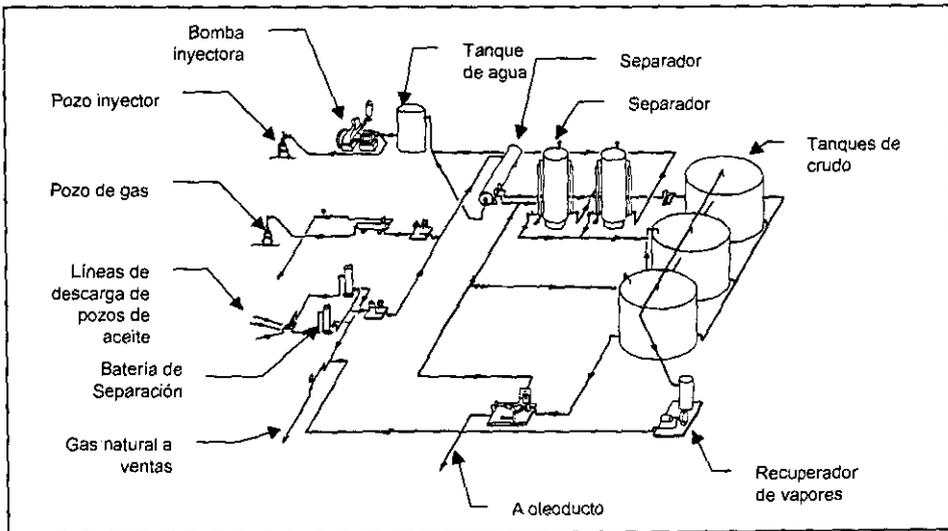
- Mecanismos de desplazamiento (agua ó gas)
- Control de la tasa de producción
- Cantidad de equipo superficial requerido
- Proximidad a instalaciones existentes
- Precio de mercado y valor
- Restricciones gubernamentales

2.7 Producción

2.7.1 Mecanismos de recuperación

La recuperación de crudo es un proceso de desplazamiento. El crudo no tiene la habilidad inherente para expulsarse del yacimiento; debe ser desplazado desde la formación porosa hasta la superficie a través de un agente de desplazamiento. Generalmente el gas o el agua se emplean como agentes y frecuentemente uno o ambos están disponibles dentro o cerca del yacimiento. Si esto no es posible, se puede suministrar el gas o el agua a través de pozos inyectoros.

Figura 2.13 Equipo superficial



Los mecanismos de desplazamiento principales son:

- **Gas disuelto:** El crudo se desplaza cuando el gas se separa de la mezcla. Esto sucede cuando la producción reduce la presión de la formación. Este mecanismo de desplazamiento es ineficiente porque el agotamiento ocurre simultáneamente en todo el yacimiento.

-
- **Casquete de gas:** El agente es el gas libre del casquete que originalmente está presente sobre el crudo. En este mecanismo, la reducción de presión se transforma en una expansión del casquete de gas. *Conforme el gas se expande hacia abajo e invade la zona estructural del crudo, desplaza al crudo hacia las regiones de menor presión, en este caso los pozos productores.*
 - **Agua:** El agua de los acuíferos adyacentes al yacimiento invade la porción de crudo del yacimiento. En respuesta a la menor presión del pozo, el agua fluye en la dirección de la reducción de presión, invade la zona de crudo, desplaza el crudo de la roca porosa y empuja el crudo hacia el pozo.

Los mecanismos de desplazamiento mediante agua ó el casquete de gas son mucho más eficientes que el gas disuelto. No obstante, la naturaleza debe ser complementada ó modificada para asegurar la máxima recuperación eficiente.

En cada uno de estos mecanismos de recuperación, la gravedad ejerce un afecto adicional en el proceso y debe ser considerado cuando se involucra la dirección vertical. Bajo ciertas condiciones, la gravedad puede ser el agente principal para la recuperación del crudo. En los casos donde el movimiento de los fluidos está en reposo o solamente con poco disturbio de presión, los efectos combinados de la gravedad y la presión pueden causar que los diferentes fluidos se segreguen por sus densidades relativas. Dado que el crudo es mas ligero que el agua, el crudo puede moverse adelante del agua e incrementar la producción.

Las condiciones donde la gravedad puede ser importante incluyen las formaciones permeables y gruesas con un grado razonable de inclinación, baja viscosidad del crudo y una tasa de producción suficientemente baja para disminuir cualquier disturbio.

2.7.2 Factores que influyen en la recuperación

La cantidad de crudo que puede ser recuperada de un yacimiento varia ampliamente dependiendo parcialmente de las condiciones naturales impuestas en la estructura subterránea y parcialmente por las propiedades de los fluidos:

-
- **Características de la formación:** Porosidad, permeabilidad, contenido de agua, continuidad y configuración estructural
 - **Propiedades del yacimiento:** Viscosidad, encogimiento, contenido de gas disuelto.
 - **Control de operaciones:** Control de fuerzas expulsivas naturales, tasa de producción, comportamiento de la presión
 - **Condiciones del pozo y localización estructural.**
 - **Control del desempeño del yacimiento:** Para lograr un efectivo control del yacimiento es necesario planear su explotación. Se debe determinar el tipo de mecanismo de desplazamiento y su eficiencia para decidir si se aprovecha totalmente esta ventaja natural o es necesario complementarla ó, inclusive, modificarla mediante la inyección de gas o agua.
 - **Control de la tasa de producción:** Uno de los factores esenciales para una recuperación eficiente es el control de la tasa de producción. Una producción excesiva produce rápida declinación de la presión del yacimiento, liberación prematura del gas disuelto, movimiento irregular de los frentes de desplazamiento, etc.
 - **Tasa máxima:** Para cada yacimiento existe una tasa máxima de producción (TMPE) que satisface una recuperación eficiente. El incremento de la presión por encima de este máximo conduce a la pérdida de empuje y reduce la producción total; por otra parte, producir por debajo de ella no incrementa la producción total.

Para el establecimiento de este indicador, se debe contar con las siguientes condiciones:

- La tasa no debe exceder la capacidad del yacimiento
- La tasa individual de un pozo no debe ser excesiva
- La tasa de un pozo no debe ser tan baja que no permita una operación rentable.
- **Desempeño eficiente del pozo:** Para controlar esta variable se deben efectuar pruebas de flujo. Con esta prueba se determina el factor de productividad específico del

del pozo. Esta tasa evalúa la tasa máxima a la que un pozo puede producir para evitar excesivas caídas de presión alrededor del pozo, para mantener una saturación alta del crudo y prevenir la invasión de agua al pozo.

2.7.3 Clasificación de los pozos petroleros.

Los pozos productores de petróleo se clasifican en *fluyentes* y de *producción artificial* ó bombeo. Los fluyentes son aquellos en los que el aceite surge del yacimiento al exterior mediante energía natural, la que puede ser de empuje hidráulico o de gas. Los de producción artificial o bombeo son un sistema de explotación que se aplica cuando la presión no es suficiente para que el petróleo fluya hasta la superficie.

En el pasado, los pozos que no fluían por energía propia eran abandonados, pero según se han ido perfeccionando los sistemas de explotación, se ha tenido cada vez una recuperación mayor del petróleo que se encuentra en dichos yacimientos. En la actualidad, cuando un pozo deja de fluir se le aplican sistemas de explotación artificiales como el bombeo neumático, mecánico, hidráulico y eléctrico. El sistema de recuperación secundaria de inyectar al yacimiento gas o agua químicamente tratada ha demostrado que puede aumentar considerablemente la recuperación.

El aceite que producen los pozos es enviado por su propia energía, o la que se proporciona artificialmente, hasta un primer centro de recolección llamado batería de separación, en donde se separa mecánicamente el aceite del gas y del agua; se miden y envían a otros centros recolectores de mayor importancia y de ahí a los centros de tratamiento y refinación.

2.7.4 Métodos artificiales de explotación

En algunos yacimientos el crudo remanente es muy pesado y la presión natural no es suficiente para desplazarlo. En estos casos se requieren de métodos artificiales de explotación:

Extracción con gas: El concepto básico es obtener el gas de una fuente externa e inyectarlo en la columna de crudo de la tubería de producción para aligerarla y permitir su

flujo hacia la boca del pozo. Posteriormente se separa el gas del crudo, se comprime nuevamente y se reinyecta a la columna de producción en un ciclo continuo.

Esta operación continúa hasta que la inyección de gas no es suficiente para hacer fluir el crudo a la superficie. En tal caso el gas se inyecta en forma intermitente al yacimiento

Bombeo con varilla: Esta es probablemente la técnica mejor conocida. Consiste de una bomba subterránea en el fondo de la tubería de producción que se conecta a la unidad de bombeo de la superficie por una sarta o varilla de succión. La bomba consiste de un cilindro exterior (barril) y un pistón interno, cada uno con una válvula de no retorno. En la superficie una unidad de bombeo de viga ("beam=bimba") produce el movimiento recíproco.

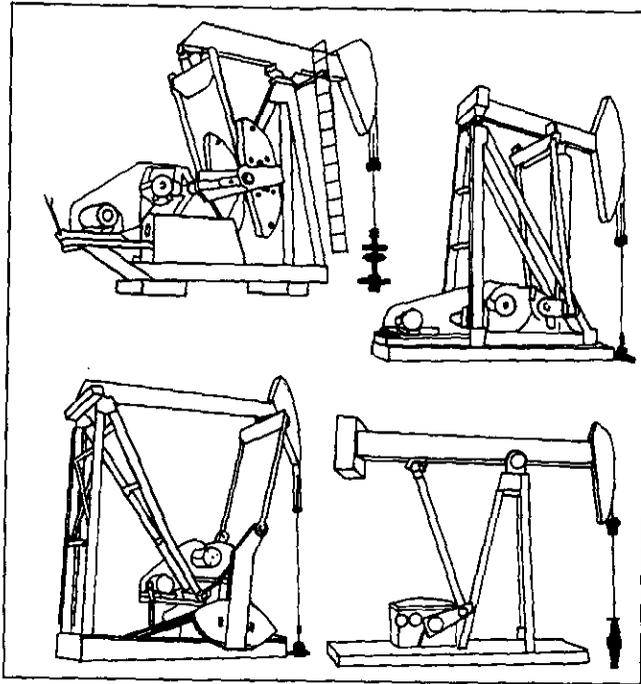
Bombeo eléctrico: Consta de una bomba centrífuga subterránea especialmente diseñada con una flecha conectada a un motor eléctrico, todo esto dentro de la tubería de producción. Este tipo de bomba tiene un rango de capacidad de 200 a 26,000 barriles por día, dependiendo de la profundidad y del tamaño de la tubería de revestimiento.

Bombeo hidráulico: Este es un método de bombeo en el que se usa una máquina hidráulica acoplada a una bomba de desplazamiento positivo. La fuerza hidráulica requerida es suministrada desde una bomba en la superficie.

Pruebas de pozos petroleros: En las pruebas los principales criterios son la tasa de producción, la relación gas-aceite, la gravedad del crudo, la producción de agua salada (como porcentaje de la producción total de líquidos) y el contenido de sedimentos básicos y agua (BS&W).

La relación gas-aceite (RGA) es una guía importante para la eficiencia de las operaciones. Como se mencionó anteriormente, la conservación del gas normalmente incrementa la recuperación total. Entonces, una baja relación indica métodos eficientes y una alta relación lo contrario.

Figura 2.14 Tipos de bombas de campo petrolero



La gravedad del crudo es muy importante, en virtud de que el precio de venta del crudo es una función de su gravedad. Una medida arbitraria llamada "Gravedad API" establecida por el American Petroleum Institute, es la escala usada comúnmente. La gravedad API se relaciona a la gravedad específica. Como lo indica la ecuación, un crudo con una gravedad API de 10 grados (10°API) tiene una gravedad específica de 1, que es la misma que la gravedad específica del agua.

La gravedad específica y la RGA pueden ser cambiadas alterando la presión de operación de los separadores de RGA. Incrementando la presión de operación de los separadores se incrementa la gravedad API, dado que la mayoría del gas permanecerá en solución en el crudo y reducirá la RGA.

La RGA puede ser reducida y la gravedad API incrementada si se utiliza en serie mas de un separador de gas-aceite. Esta técnica denominada separación por etapas es particularmente efectiva con aceites crudos de API alto (más de 35°API). El volumen de crudo también se incrementa por este método, dado que parte del gas es mantenidos en estado líquido en el crudo. Algunas veces la recuperación total de crudo se incrementa por casi 5 % instalando las facilidades de separación por etapas.

La cantidad de producción de agua salada es importante no solo por el gasto de producirla sino porque existe un costo importante para su disposición. Por otra parte la remoción del agua salada del yacimiento contribuye a la declinación de la presión, lo que no es deseable. Por estas razones la producción de agua congénita debe minimizarse.

El contenido de sedimentos básicos y agua está presente en la mayoría de los crudos. Como el término implica BS&W es una emulsión de crudo, agua y sedimentos. La mayoría de los compradores de crudo especifican las cantidades máximas que se aceptarán, usualmente sola una pequeña fracción del 1%.

2.7.5 Equipo superficial

2.7.5.1 Boca del pozo

La cabeza del pozo es la configuración de tuberías de acero forjado ó fundido en la parte superior del pozo que controla la presión del pozo en la superficie. Están maquinados para lograr un ensamble preciso, de tal suerte que represente un sello para prevenir que los fluidos del pozo se escapen en la superficie. Algunas de las conexiones más pesadas están construidas para soportar presiones de hasta 30,000 psi. Otras cabezas simplemente soportan la tubería en el pozo y no se requiere que resistan presiones tan altas. La cabeza del pozo está compuesto de:

- **Cabeza de revestimiento:** Conforme el pozo se perfora y cada sarta de tubería de revestimiento se coloca en el agujero, deben instalarse en la superficie conexiones robustas para sujetar la tubería de revestimiento. Está conformada por sujetadores para soportar el peso de la tubería de revestimiento.

-
- **Cabeza de la tubería de producción:** Tiene tres propósitos: a) soportar la sarta de tubería, b) sellar presiones entre la tubería de revestimiento y la tubería de producción y c) Proveer conexiones en la superficie para controlar el flujo de líquidos y gas.
 - **Arbol de navidad:** Los pozos que se espera tengan altas presiones están equipados con válvulas robustas especiales y equipo de control, tanto en la cabeza de la tubería de revestimiento como en la de producción, una vez que el pozo está terminado. Estas válvulas controlan el flujo del aceite y el gas del pozo y son conocidas como árboles de navidad. Los medidores de presión son parte del ensamble de los árboles de navidad y son usados para medir las presiones de la región anular y de la tubería de producción

2.7.5.2 Métodos de separación

Los fluidos del pozo son una compleja mezcla de hidrocarburos líquidos, gas, agua y algunas impurezas. El agua y las impurezas deben ser removidas antes de que los hidrocarburos sean almacenados, transportados o vendidos. Los hidrocarburos líquidos y las impurezas deben ser separados del gas natural antes de enviarlo a la línea de comercialización.

Un separador es una pieza de equipo usado para separar los líquidos del gas. El tamaño depende del flujo de gas natural y/o líquidos que pasan dentro del recipiente. La presión de operación del recipiente depende de la presión de la línea de ventas del gas y de la presión del pozo.

2.7.5.3 Métodos de tratamiento

- **Deshidratación del gas natural.** El objetivo es dejar el gas natural con un contenido no mayor de 7 libras de vapor de agua por millón de pié cúbico de gas (mmpc)
- **Tratamiento de crudo.** El petróleo crudo se produce con varias cantidades de gas, agua y otras impurezas mezcladas que deben ser removidas antes de su venta.
- **Tratador de agua.** Estos equipos usan métodos térmicos, por gravedad, mecánicos y algunas veces químicos ó eléctricos para romper las emulsiones. Las emulsiones son

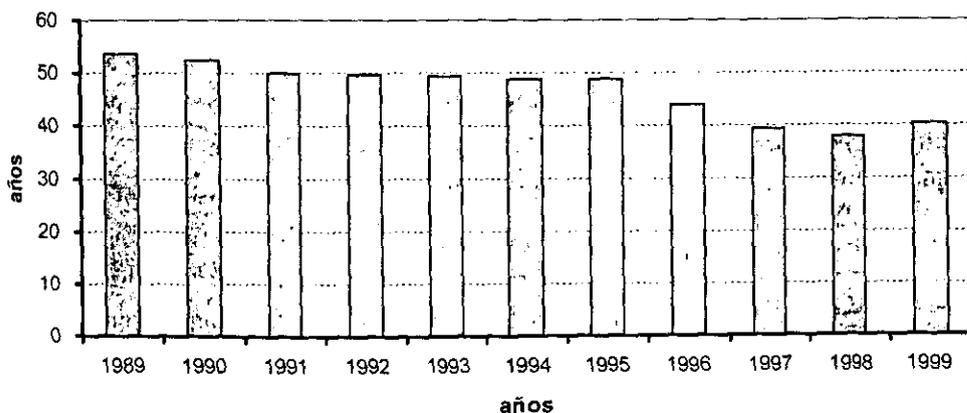
mezclas de fluidos. Para romper una emulsión es necesario desplazar el emulsificador y su película. Esto permite que el agua se una a un gotas más pesadas de tal forma que puedan ser separadas del crudo.

2.8 Abandono

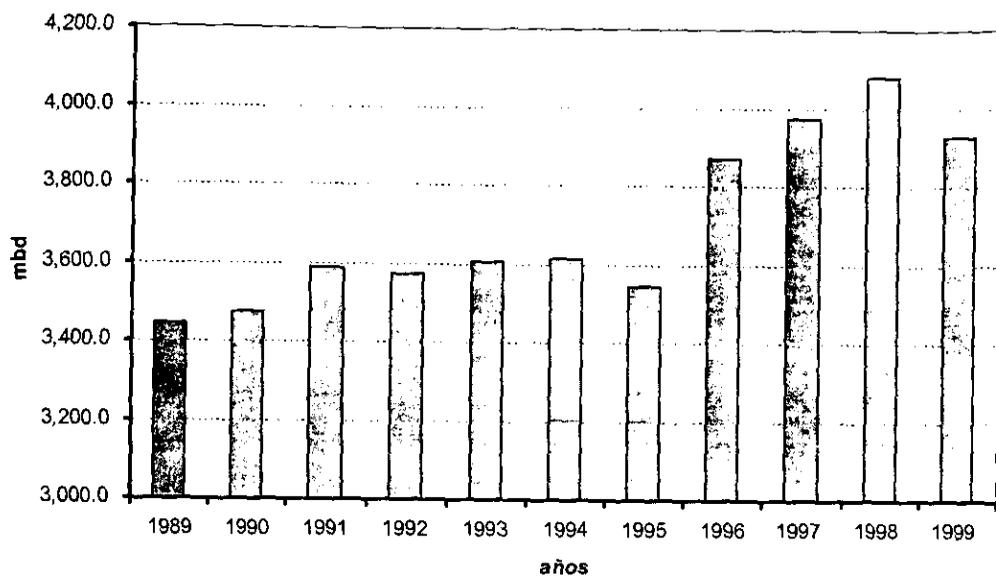
Cuando un pozo alcanza su límite económico, el pozo es taponado, esto es sellado por debajo de la superficie y el equipo desinstalado. Cierta equipo puede ser reutilizado posteriormente. Los valores de recuperación de los equipos pueden en algunos casos compensar los costos de desinstalación y taponamiento, sobre todo en las instalaciones terrestres. En el caso de las instalaciones marinas éstos costos pueden ser muy importantes e inevitables sobre todo por el endurecimiento de las demandas ecológicas para la preservación de la vida marina y la contaminación de los mares.

2.9 Datos relevantes de la industria

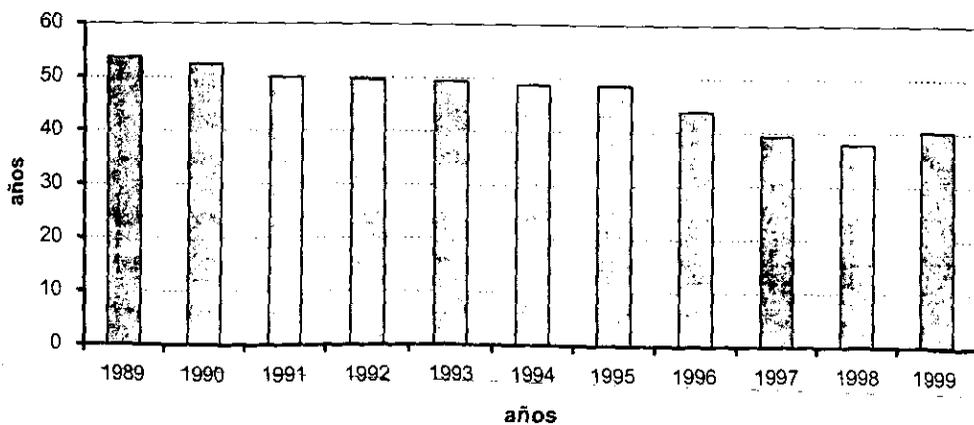
2.9.1 Reservas de hidrocarburos



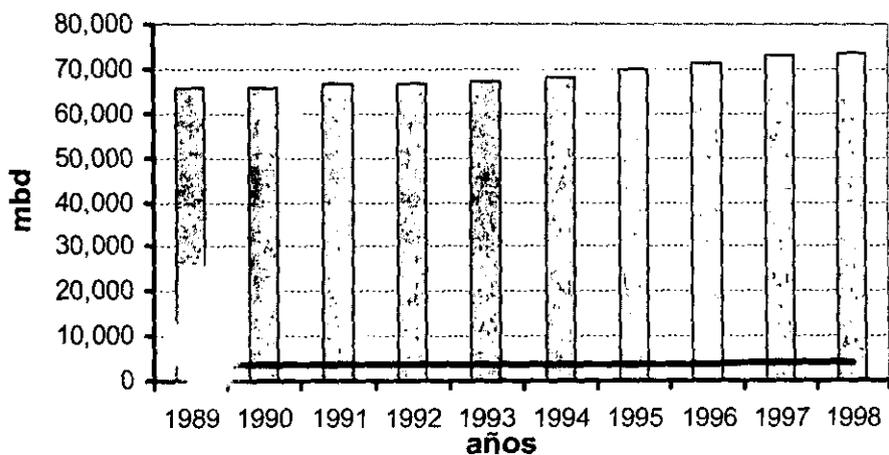
2.9.2 Producción de hidrocarburos



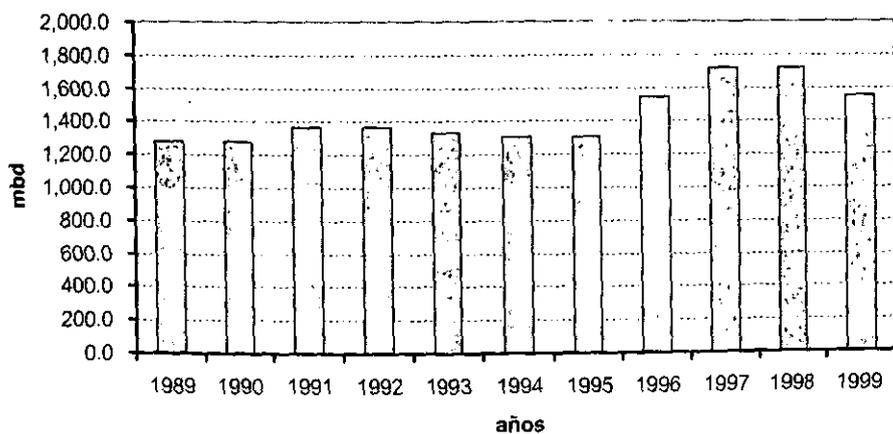
2.9.3 Relación reservas/producción



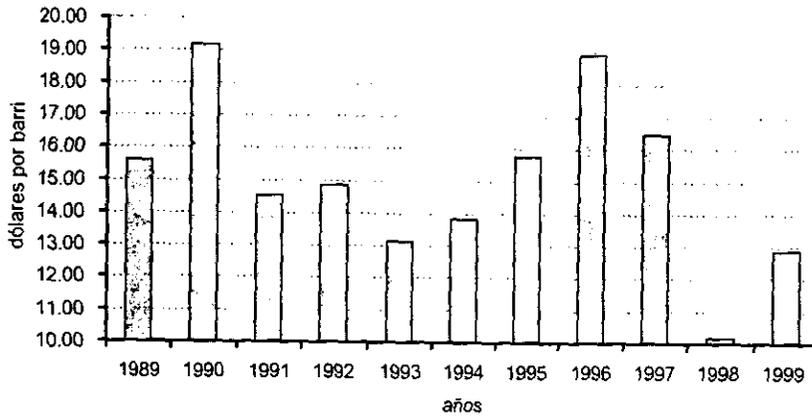
2.9.4 Relación de producción nacional a consumo mundial

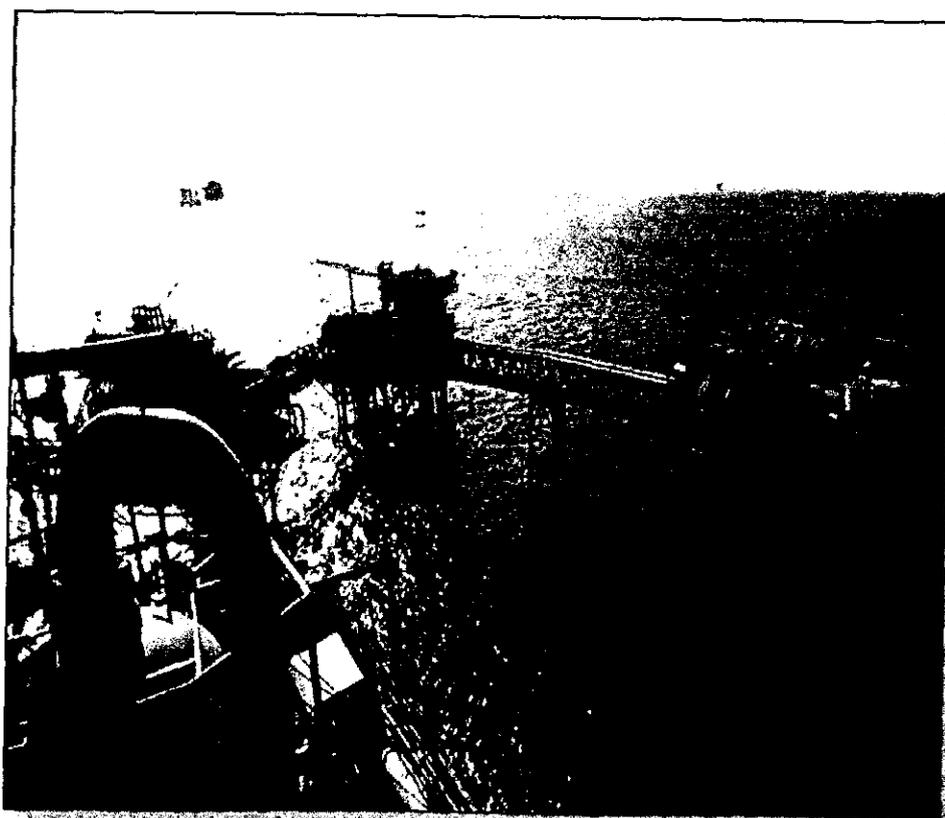


2.9.5 Volumen de exportación de crudo



2.9.6 Precios del crudo del mercado de exportación





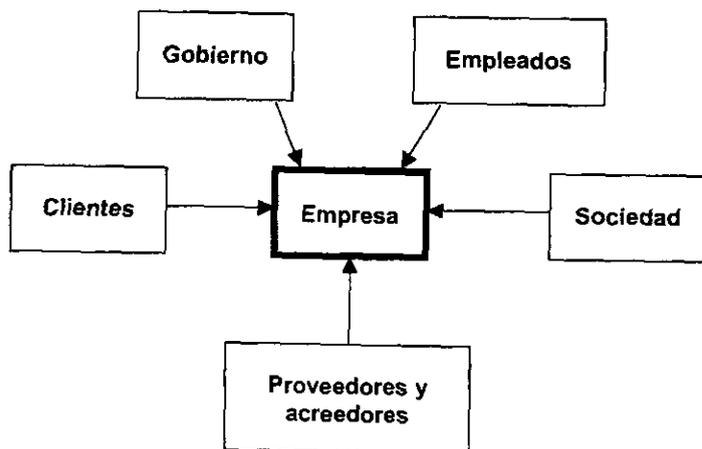
Capítulo III
Sistema de calidad ISO 9000:2000

3. Sistema de calidad ISO 9000:2000

3.1 Principios

Con el fin de conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas.

Figura 3.1 Partes interesadas en la empresa



La empresa petrolera suministra hidrocarburos para satisfacer las necesidades de los clientes nacionales y de exportación. La creciente competencia global ha propiciado que las expectativas de los clientes, tanto internos como externos, con respecto a la calidad sean cada vez más exigentes. Para ser competitiva y rentable, la empresa requiere de sistemas cada vez más efectivos y eficientes. Estos sistemas deben ayudar a satisfacer continuamente los requisitos de los clientes, al mismo tiempo que se atienden los requere-

rimientos de otros grupos de interés en forma adecuada (empleados, gobierno, proveedores y acreedores y sociedad).

En torno a la empresa existen varios grupos principales de interesados que condicionan el desarrollo de la empresa: sus clientes, sus empleados, el gobierno, proveedores y acreedores y la sociedad.

Tabla 3.1 Grupos de interés y expectativas

Grupos de interés	Expectativas o necesidades básicas
Cliente.	Calidad del producto.
Empleados	Satisfacción en el trabajo y desarrollo profesional.
Gobierno.	Flujos de recursos para el desarrollo.
Proveedores y acreedores.	Oportunidad de negocio continuo.
Sociedad.	Administración responsable.

La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño:

Tabla 3.2 Principios de gestión de la calidad

Principio	Descripción
• Enfoque al cliente:	Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
• Liderazgo:	Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el per-

sonal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

- **Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos ocho principios de gestión de la calidad constituyen la base de los sistemas de gestión de la calidad

3.2 Objeto y campo de aplicación.

Los sistemas de gestión de la calidad son aplicables a:

- a) las organizaciones que buscan ventajas por medio de la implementación de un sistema de gestión de la calidad;
- b) las organizaciones que buscan la confianza de sus proveedores en que sus requisitos para los productos serán satisfechos;
- c) los usuarios de los productos;

-
- d) aquellos interesados en el entendimiento mutuo de la terminología utilizada en la gestión de la calidad (por ejemplo: Proveedores, clientes, entes reguladores);
 - e) todos aquellos, que perteneciendo o no a la organización evalúan o auditan el sistema de gestión de la calidad para determinar su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001 (por ejemplo: auditores, entes reguladores, organismos de certificación/registro);
 - f) todos aquellos, que perteneciendo o no a la organización asesoran o dan formación sobre el sistema de gestión de la calidad adecuado para dicha organización;
 - g) aquellos quienes desarrollan normas relacionadas.

3.3 Fundamentos

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente.

Los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estas necesidades y expectativas se expresan en la especificación del producto y son generalmente denominadas como requisitos del cliente. Los requisitos del cliente pueden estar especificados por el cliente de forma contractual o pueden ser determinados por la propia organización. En cualquier caso, es finalmente el cliente quien determina la aceptabilidad del producto. Dado que las necesidades y expectativas de los clientes son cambiantes y debido a las presiones competitivas y a los avances técnicos, las organizaciones deben mejorar continuamente sus productos y procesos.

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus

clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente.

Los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad son genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia de la categoría del producto ofrecido.

Los requisitos para los productos pueden ser especificados por los clientes o por la organización anticipándose a los requisitos del cliente o por disposiciones reglamentarias. Los requisitos para los productos y, en algunos casos, los procesos asociados pueden estar contenidos en, por ejemplo, especificaciones técnicas, normas de producto, normas de proceso, acuerdos contractuales y requisitos reglamentarios.

3.4 Enfoque de sistemas

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como:

- a) determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas;
- b) establecer la política y objetivos de la calidad de la organización;
- c) determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad;
- d) determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad;
- e) establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- f) aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- g) determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas;

h) establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

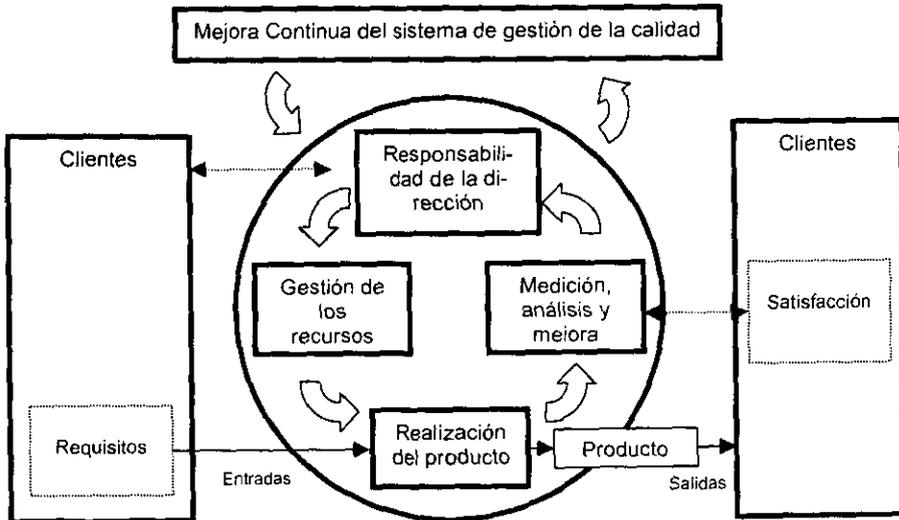
Un enfoque similar es también aplicable para mantener y mejorar un sistema de gestión de la calidad ya existente.

Una organización que adopte el enfoque anterior genera confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de sus productos y proporciona una base para la mejora continua. Esto puede conducir a un aumento de la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas y al éxito de la organización.

3.5 Enfoque basado en procesos

Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

Figura 3.2 Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos



Para que las organizaciones operen de manera eficaz tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo, el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como "enfoque basado en procesos".

La figura 3.2 ilustra el sistema de gestión de calidad basado en procesos. Esta ilustración muestra que las partes interesadas juegan un papel significativo para proporcionar elementos de entrada a la organización. El seguimiento de la satisfacción de las partes interesadas requiere la evaluación de la información relativa a su percepción de hasta qué punto se han cumplido sus necesidades y expectativas.

3.6 Política y objetivos de la calidad

La política de la calidad y los objetivos de la calidad se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir la organización. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad. Los objetivos de la calidad tienen que ser coherentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua y su logro debe poder medirse. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto, la eficacia operativa y el desempeño financiero y, en consecuencia, sobre la satisfacción y la confianza de las partes interesadas.

3.7 Papel de la alta dirección

A través de su liderazgo y sus acciones, la alta dirección puede crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado y en el cual un sistema de gestión de la calidad puede operar eficazmente. Los principios de la gestión de la calidad pueden ser utilizados por la alta dirección como base de su papel, que consiste en:

-
- a) establecer y mantener la política de la calidad y los objetivos de la calidad de la organización;
 - b) promover la política de la calidad y los objetivos de la calidad a través de la organización para aumentar la toma de conciencia, la motivación y la participación;
 - c) asegurarse del enfoque hacia los requisitos del cliente en toda la organización;
 - d) asegurarse de que se implementan los procesos apropiados para cumplir con los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas y para alcanzar los objetivos de la calidad;
 - e) asegurarse de que se ha establecido, implementado y mantenido un sistema de gestión de la calidad eficaz y eficiente para alcanzar los objetivos de la calidad;
 - f) asegurarse de la disponibilidad de los recursos necesarios;
 - g) revisar periódicamente el sistema de gestión de la calidad;
 - h) decidir sobre las acciones en relación con la política y con los objetivos de la calidad;
 - i) decidir sobre las acciones para la mejora del sistema de gestión de la calidad.

3.8 Documentación

3.8.1 Valor de la documentación

La documentación permite la comunicación del propósito y la consistencia de la acción. Su utilización contribuye a:

- a) lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad;
- b) proveer la formación apropiada;
- c) la repetibilidad y la trazabilidad;
- d) proporcionar evidencias objetivas; y

e) evaluar la eficacia y la adecuación continua del sistema de gestión de la calidad.

La elaboración de la documentación no debería ser un fin en sí mismo, sino que debería ser una actividad que aporte valor.

3.8.2 Tipos de documentos

Los siguientes tipos de documentos son utilizados en los sistemas de gestión de la calidad:

- a) documentos que proporcionan información coherente, interna y externamente, acerca del sistema de gestión de la calidad de la organización; tales documentos se denominan manuales de la calidad;
- b) documentos que describen cómo se aplica el sistema de gestión de la calidad a un producto, proyecto o contrato específico; tales documentos se denominan planes de la calidad;
- c) documentos que establecen requisitos; tales documentos se denominan especificaciones;
- d) documentos que establecen recomendaciones o sugerencias; tales documentos se denominan guías;
- e) documentos que proporcionan información sobre cómo efectuar las actividades y los procesos de manera coherente; tales documentos pueden incluir procedimientos documentados, instrucciones de trabajo y planos;
- f) documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades realizadas o resultados obtenidos; tales documentos son conocidos como registros.

Cada organización determina la extensión de la documentación requerida y los medios a utilizar. Esto depende de factores tales como el tipo y el tamaño de la organización, la complejidad e interacción de los procesos, la complejidad de los productos, los requisitos de los clientes, los requisitos reglamentarios que sean aplicables, la competencia de-

mostrada del personal y el grado en que sea necesario demostrar el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad.

3.9 Evaluación de los sistemas de gestión de la calidad

3.9.1 Procesos de evaluación

Cuando se evalúan sistemas de gestión de la calidad, hay cuatro preguntas básicas que deberían formularse en relación con cada uno de los procesos que es sometido a la evaluación:

- a) ¿Se ha identificado y definido apropiadamente el proceso?
- b) ¿Se han asignado las responsabilidades?
- c) ¿Se han implementado y mantenido los procedimientos?
- d) ¿Es el proceso eficaz para lograr los resultados requeridos?

El conjunto de las respuestas a las preguntas anteriores puede determinar el resultado de la evaluación. La evaluación de un sistema de gestión de la calidad puede variar en alcance y comprender una diversidad de actividades, tales como auditorías y revisiones del sistema de gestión de la calidad y autoevaluaciones.

3.9.2 Auditorías

Las auditorías se utilizan para determinar el grado en que se han alcanzado los requisitos del sistema de gestión de la calidad. Los hallazgos de las auditorías se utilizan para evaluar la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para identificar oportunidades de mejora.

Las auditorías de primera parte son realizadas con fines internos por la organización, o en su nombre, y pueden constituir la base para la autodeclaración de conformidad de una organización.

Las auditorías de segunda parte son realizadas por los clientes de una organización o por otras personas en nombre del cliente.

Las auditorías de tercera parte son realizadas por organizaciones externas independientes. Dichas organizaciones, usualmente acreditadas, proporcionan la certificación o registro de conformidad con los requisitos contenidos en normas

3.9.3 Revisión del sistema

Uno de los papeles de la alta dirección es llevar a cabo de forma regular evaluaciones sistemáticas de la conveniencia, adecuación, eficacia y eficiencia del sistema de gestión de la calidad con respecto a los objetivos y a la política de la calidad. Esta revisión puede incluir considerar la necesidad de adaptar la política y objetivos de la calidad en respuesta a las cambiantes necesidades y expectativas de las partes interesadas. Las revisiones incluyen la determinación de la necesidad de emprender acciones.

Entre otras fuentes de información, los informes de las auditorías se utilizan para la revisión del sistema de gestión de la calidad.

3.9.4 Autoevaluación

La autoevaluación de una organización es una revisión completa y sistemática de las actividades y resultados de la organización con referencia al sistema de gestión de la calidad o a un modelo de excelencia.

La autoevaluación puede proporcionar una visión global del desempeño de la organización y del grado de madurez del sistema de gestión de la calidad. Asimismo, puede ayudar a identificar las áreas que precisan mejora en la organización y a determinar las prioridades.

3.10 Mejora continua

El objetivo de la mejora continua del sistema de gestión de la calidad es incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

Las siguientes son acciones destinadas a la mejora:

Capítulo 3: Sistema de calidad ISO 9000:2000

-
- a) análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora;
 - b) el establecimiento de los objetivos para la mejora;
 - c) la búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos;
 - d) la evaluación de dichas soluciones y su selección;
 - e) la implementación de la solución seleccionada;
 - f) la medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos;
 - g) la formalización de los cambios.

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. De esta manera, la mejora es una actividad continua. La información proveniente de los clientes y otras partes interesadas, las auditorías y la revisión del sistema de gestión de la calidad pueden, asimismo, utilizarse para identificar oportunidades para la mejora.

3.11 Técnicas estadísticas

El uso de técnicas estadísticas puede ser de ayuda para comprender la variabilidad y ayudar por lo tanto a la organización a resolver problemas y a mejorar la eficacia y la eficiencia. Asimismo estas técnicas facilitan una mejor utilización de los datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones.

La variabilidad puede observarse en el comportamiento y en los resultados de muchas actividades, incluso bajo condiciones de aparente estabilidad. Dicha variabilidad puede observarse en las características medibles de los productos y los procesos, y su existencia puede detectarse en las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos, desde la investigación de mercado hasta el servicio al cliente y su disposición final.

Las técnicas estadísticas pueden ayudar a medir, describir, analizar, interpretar y hacer modelos de dicha variabilidad, incluso con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de dichos datos puede ayudar a proporcionar un mejor entendimiento de la naturaleza, alcance y causas de la variabilidad, ayudando así a resolver e incluso prevenir los problemas que podrían derivarse de dicha variabilidad, y a promover la mejora continua.

3.12 Otros sistemas de gestión

El sistema de gestión de la calidad es aquella parte del sistema de gestión de la organización enfocada en el logro de resultados, en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda. Los objetivos de la calidad complementan otros objetivos de la organización tales como aquellos relacionados con el crecimiento, recursos financieros, rentabilidad, el medio ambiente y la seguridad y salud ocupacional. Las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente con el sistema de gestión de la calidad, dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes. Esto puede facilitar la planificación, la asignación de recursos, el establecimiento de objetivos complementarios y la evaluación de la eficacia global de la organización. El sistema de gestión de la organización puede evaluarse comparándolo con los requisitos del sistema de gestión de la organización. El sistema de gestión puede asimismo auditarse contra los requisitos de normas. Estas auditorías del sistema de gestión pueden llevarse a cabo de forma separada o conjunta.

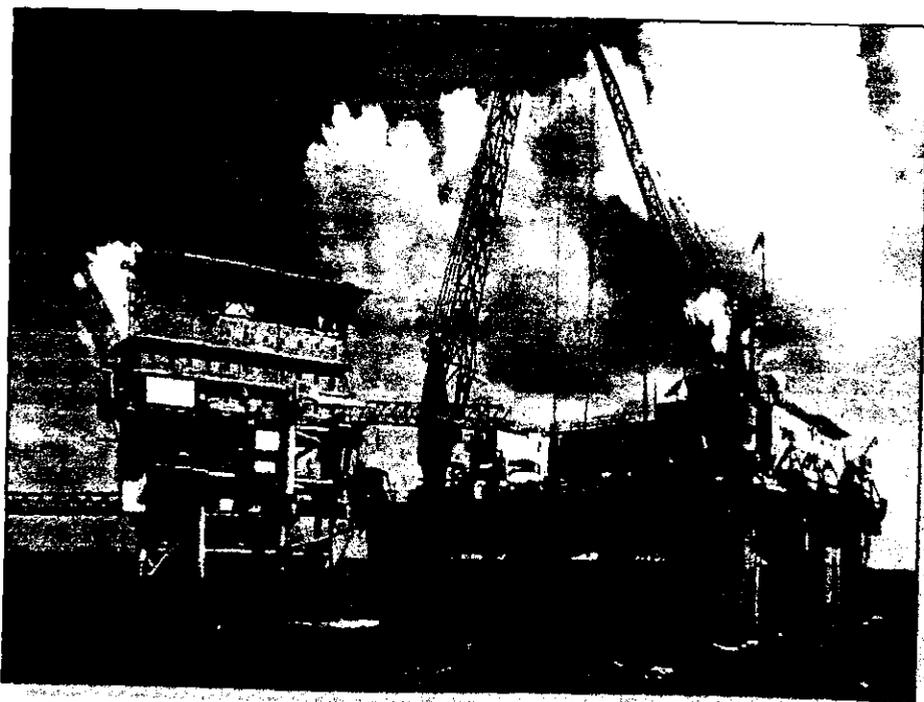
3.13 Modelos de excelencia

Los enfoques de los sistemas de gestión de la calidad dados en la familia de normas ISO y en los modelos de excelencia para las organizaciones están basados en principios comunes. Ambos enfoques:

- a) permiten a la organización identificar sus fortalezas y sus debilidades;
- b) posibilitan la evaluación frente a modelos genéricos;

-
- c) proporcionan una base para la mejora continua; y
 - d) posibilitan el reconocimiento externo.

La diferencia entre los enfoques de los sistemas de gestión de la calidad de la familia de normas ISO y los modelos de excelencia radica en su campo de aplicación. La familia de normas ISO proporciona requisitos para los sistemas de gestión de la calidad y orientación para la mejora del desempeño; la evaluación de los sistemas de gestión de la calidad determina el cumplimiento de dichos requisitos. Los modelos de excelencia contienen criterios que permiten la evaluación comparativa del desempeño de la organización y que son aplicables a todas las actividades y partes interesadas de la misma. Los criterios de evaluación en los modelos de excelencia proporcionan la base para que una organización pueda comparar su desempeño con el de otras organizaciones.



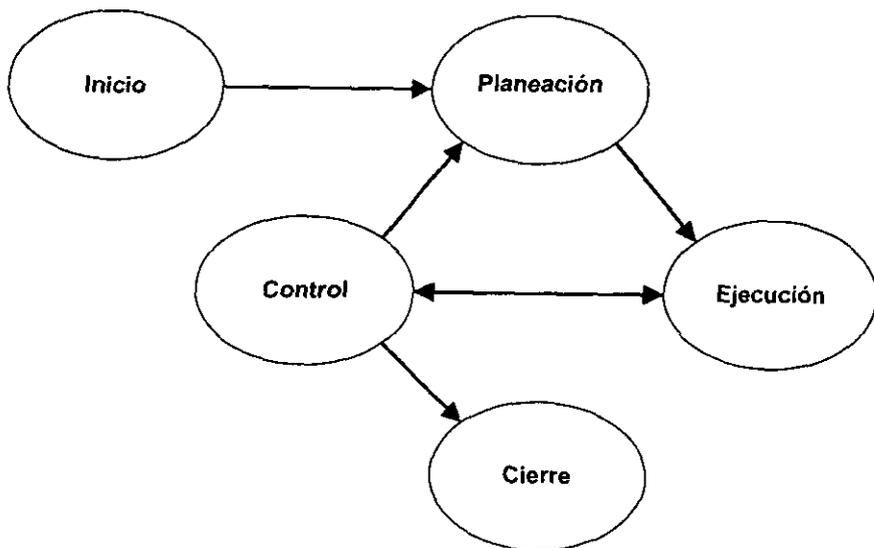
Capítulo IV
Implantación del proyecto de calidad

4. Implantación del proyecto de calidad

En el presente capítulo se analizan las acciones necesarias para la ejecución del proyecto de implantación del sistema de calidad. Estas acciones se han dividido en cinco fases, como se ilustra en la figura 4.1.

Se hace especial énfasis en las etapas iniciales y de planeación del proyecto ya que las de ejecución y control corresponderán a la implementación física. Como puede apreciarse en la figura 4.1 las fases se dan en forma iterativa entre la planeación, ejecución y control durante la realización del proyecto; esto es, es necesario revisar de nueva cuenta los productos de la planeación inicial conforme se obtienen los resultados del desarrollo del proyecto.

Figura 4.1 Fases del proyecto de implantación de un sistema de calidad



Cada una de estas fases está integrada por diversas actividades que interactúan a lo largo del ciclo de vida. La iteración se repite durante la duración del proyecto hasta en tanto la fase de control acepta la culminación del proyecto o una fase de acuerdo con los

requisitos previamente planteados. A continuación se muestran gráficamente las cinco etapas con el detalle de cada una de sus actividades en forma secuencial.

Figura 4.2 Procesos de inicio del proyecto

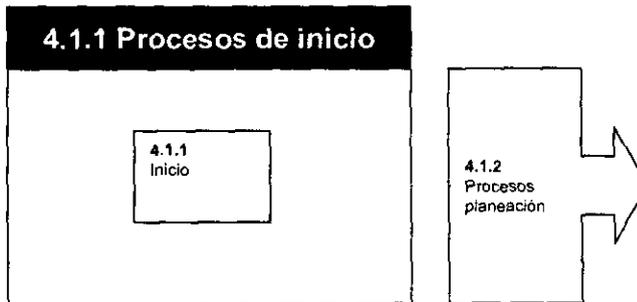


Figura 4.3 Procesos de planeación del proyecto

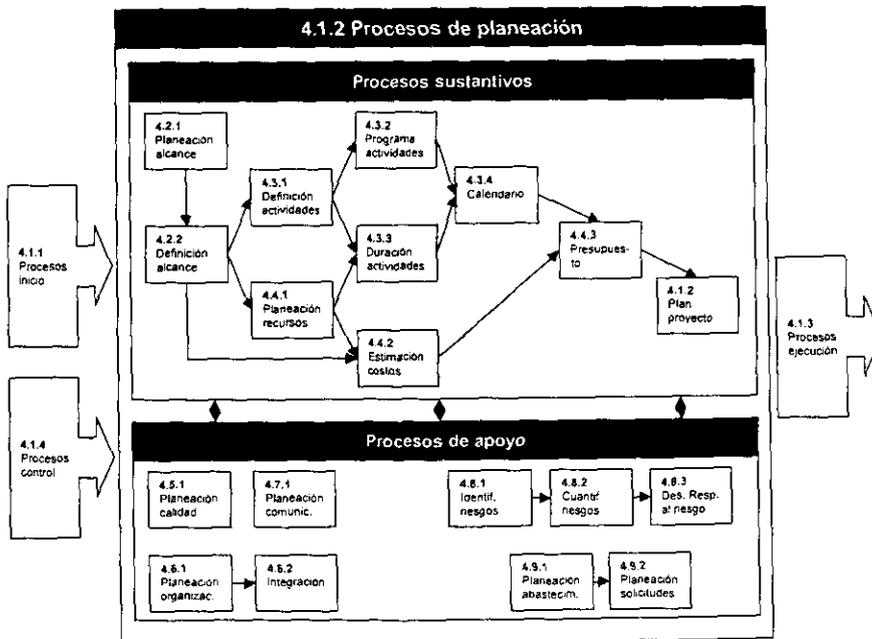


Figura 4.4 Procesos de ejecución del proyecto

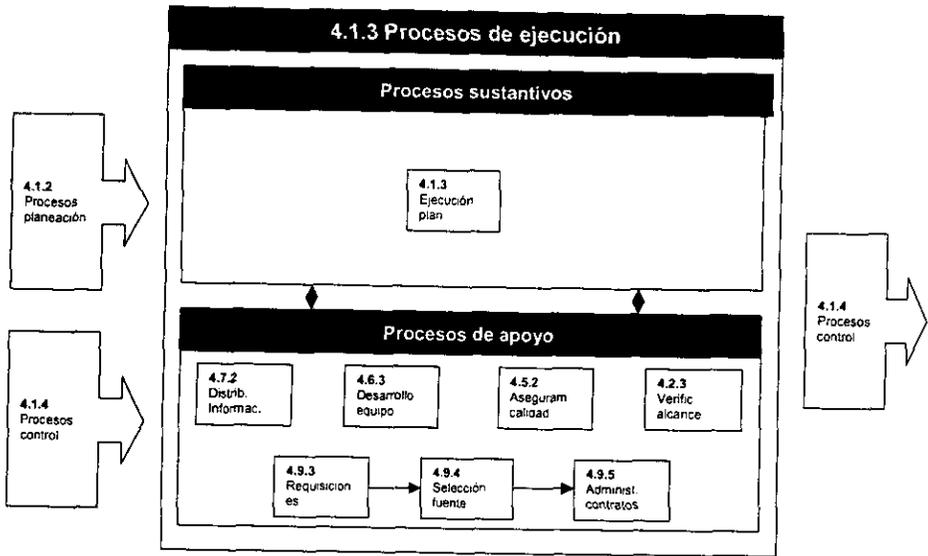


Figura 4.5 Procesos de control del proyecto

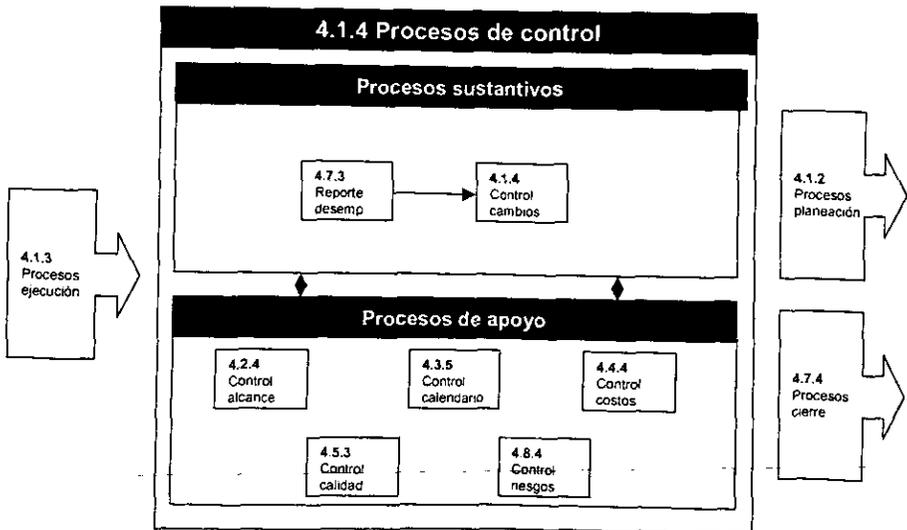
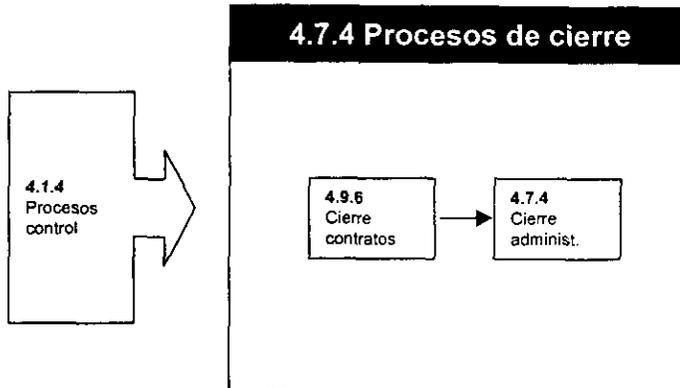


Figura 4.6 Procesos de cierre del proyecto



4.1 Integración del proyecto

4.1.1 Inicio

La iniciación del proyecto de implantación de un sistema de calidad en la empresa petrolera es el proceso para reconocer formalmente que existe un nuevo proyecto en la organización. Esta iniciación formal liga el proyecto con las operaciones cotidianas que desarrolla la empresa. El proyecto se genera como respuesta a los siguientes requerimientos:

Requerimiento	Descripción
• Demanda del mercado	Cada vez más empresas competidoras adoptan sistemas de calidad que les proporcionan ventajas comparativas sobre las demás organizaciones que participan en el mercado.
• Necesidad de negocio	La implantación de un sistema de calidad puede generar <i>ahorros por disminución de desperdicios, retrabajos y compras estandarizadas.</i>
• Requerimiento de los clientes	Los requisitos para poder comercializar los productos petroleros se basan en la adopción de sistemas de calidad que <i>garanticen consistentemente la satisfacción de las necesidades de los clientes</i>

Requerimiento	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Mejores prácticas de la industria 	Las empresas productoras de hidrocarburos han iniciado la asimilación de sistemas de gestión de los diferentes aspectos de la administración que permitan contar con la infraestructura necesaria para iniciar un proceso de mejora continua en aspectos tales como calidad, ambientales y de seguridad.
<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos legales 	Aun cuando los sistemas de calidad no son legalmente obligatorios, los contratos y las relaciones con los clientes los toman cada vez más en cuenta para regular los intercambios.

Declaración del proyecto. Es conveniente dar a conocer formalmente a toda la empresa el inicio del proyecto de implantación del sistema de calidad. Esta comunicación deberá ser hecha por el director general del organismo, a través de comunicaciones escritas y los medios informativos disponibles, tales como: el correo electrónico, los boletines de información y la intranet de la empresa.

La declaración formal debe hacer mención de la alineación del proyecto de implantación de calidad con el plan estratégico de la empresa, los fundamentos de la decisión, el sistema de calidad elegido y los productos que se obtendrán con el proyecto. Es importante señalar también que este proyecto da inicio a un proceso de mejora continua.

La declaración podría ser:

“El Consejo de administración y la dirección general de la empresa productora de petróleo, han tomado la decisión de llevar a cabo un proyecto de implantación de un sistema de calidad, conforme a los requisitos establecidos en la norma de calidad ISO 9001:2000. Este proyecto forma parte de la cartera de proyectos estratégicos de la organización, por lo que recibirá el apoyo y los recursos necesarios para su cabal ejecución”

“Los principales productos que se obtendrán con la realización del proyecto de implantación del sistema de calidad serán:”

- Establecer, difundir y mantener una declaración documentada de la política de la calidad y de los objetivos de la calidad de la empresa productora de petróleo.

-
- Determinar los requisitos de los clientes internos y externos.
 - Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad.
 - Documentar los procedimientos requeridos.
 - Integrar el manual de calidad.
 - Crear los comités regionales e institucional de la calidad.
 - Certificar el sistema por tercera parte a cada ubicación seleccionada.
 - Capacitar a la organización en el sistema de calidad.

Líder del proyecto. En términos generales, el líder del proyecto debe ser identificado y asignado al mismo tan pronto como sea posible, sobre todo antes del comienzo de la etapa de planeación. El nivel jerárquico debe ser lo más cercano al director general, de tal suerte que pueda contar con la autoridad suficiente para acercar al proyecto los recursos requeridos y tenga las facultades necesarias para administrar todas y cada una de las etapas e integrar el equipo de desarrollo del proyecto. La selección del líder de proyecto debe contemplar las siguientes características:

- Autoridad;
- conocimiento de la empresa;
- experiencia en gestión de proyectos;
- conocimiento de las normas de calidad,
- convencimiento; y
- a tiempo completo

4.1.2 Desarrollo del plan del proyecto (planeación)

El desarrollo del plan del proyecto utiliza los productos de otros procesos de planeación de las diferentes fases para crear un documento coherente y consistente que pueda ser usado como guía, tanto para la ejecución como para el control del proyecto. Toma en cuenta también las políticas de la organización. El plan del proyecto es utilizado para:

- Guiar la ejecución del proyecto.
- Documentar las premisas de planeación del proyecto.
- Documentar las decisiones acerca de las alternativas elegidas.
- Facilitar la comunicación entre los grupos de interés.
- Definir las revisiones clave de la dirección en relación al contenido, extensión y calendario
- Proveer una línea de referencia para la medición del desempeño y el control del proyecto.

Los resultados de esta actividad son:

- **Plan del proyecto:** Es un documento formal y aprobado por la alta dirección para administrar y controlar la ejecución del proyecto. Debe distribuirse conforme se defina en el plan de administración de las comunicaciones, que se verá mas adelante

Conviene hacer una clara distinción entre el plan del proyecto y las referencias usadas para la medición del desempeño. El plan del proyecto es un documento ó conjunto de documentos que cambia en el tiempo conforme más información del desempeño del proyecto está disponible. Las referencias para medir el desempeño representan el marco de referencia del proceso de control que cambiarán solamente en forma esporádica y generalmente solo en respuesta a un cambio aprobado del alcance.

El documento del plan del proyecto está organizado de la siguiente forma: (cada elemento se trata por separado en los incisos señalados)

- **Declaración** de la existencia del proyecto de implantación de un sistema de calidad (4.1.1)
- Descripción del enfoque de la administración ó **estrategia** en cuanto a la planeación de:

Alcance:	Acuerdos alcanzados entre el grupo de proyecto y el cliente; específicamente, la justificación del proyecto, los productos, entregables de cada fase, los objetivos y el plan para administrar el alcance. (4.2.1)
Actividades:	Relación de actividades (4.3.1)
Recursos:	Requerimientos de recursos (4.4.1)
Calidad:	Plan de administración de la calidad y definiciones (4.5.1)
Organización:	Asignación de roles y responsabilidades, planeación de recursos humanos y el organigrama del proyecto (4.6.1)
Comunicaciones:	Plan de administración de las comunicaciones (4.7.1)
Riesgos:	Detección de fuentes de riesgo (4.8.1)
Abastecimiento:	El plan de administración de abastecimientos y las especificaciones (4.9.1)

- **La estructura de división del trabajo** al nivel al que el control será realizado (4.2.2)
- **Estimados** de costo, fechas programadas de inicio, asignación de responsabilidades al nivel al que el control será ejercitado (4.4.2, 4.3.4 y 4.6.1)
- **Referencias básicas** para la medición del desempeño del programa y de los costos. (4.3.4 y 4.4.3)
- **Principales metas** y fechas objetivo (4.3.4)
- **Personal** requerido y organización (4.6)

-
- **Puntos abiertos** y decisiones pendientes

4.1.3 Ejecución del plan (ejecución)

La ejecución del plan del proyecto es el proceso operativo necesario para llevar a cabo el proyecto. En este proceso el líder y el equipo del proyecto deben coordinar y dirigir las diferentes actividades, calendarios e interfaces organizacionales que existen en el proyecto.

Los resultados de esta etapa son:

- **Entregables:** son los productos de las actividades llevadas a cabo para realizar el proyecto. La información de los resultados del trabajo (qué entregables han sido terminados y cuáles no, qué porción de los estándares de calidad han sido alcanzados, qué costos se han incurrido, etc.) es recopilada como parte de la ejecución del plan y alimentada al proceso de evaluación.
- **Requerimientos de cambio:** que frecuentemente se identifican mientras se realiza el trabajo del proyecto.

4.1.4 Control de cambios (control)

El control de cambios está enfocado al manejo de los factores que propician los cambios para asegurar que los mismos sean benéficos para el proyecto; en la determinación de qué cambios han ocurrido y en su manejo conforme se presentan. Para lo anterior se requiere:

- Mantener la integridad de los parámetros de referencia de la medición del desempeño (todos los cambios aprobados deben ser reflejados en el plan del proyecto, pero solamente los cambios en el alcance del proyecto afectarán los parámetros de referencia para la medición del desempeño)
- Asegurar que los cambios de alcance del producto son reflejados en la definición del alcance del proyecto.

-
- Coordinar los cambios a través de todas las áreas del proyecto.

4.2 Alcance

La administración del alcance del proyecto contempla los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo necesario para terminarlo exitosamente. Esta actividad está principalmente enfocada a definir y controlar qué está incluido en el proyecto.

La terminación de un producto se mide contra los requerimientos, mientras que la terminación de un proyecto se evalúa contra el plan. La administración de ambos tipos de alcance debe estar bien integrada para asegurar que el trabajo del proyecto resultará en la entrega del producto especificado.

4.2.1 Planeación del alcance (planeación)

La planeación del alcance es el proceso de desarrollo de un enunciado escrito del alcance como base para futuras decisiones; incluyendo, particularmente, los criterios usados para determinar si el proyecto o fase ha sido completada exitosamente. La declaración escrita del alcance constituye la base para acuerdos entre el equipo del proyecto y el cliente, identificando tanto los objetivos del proyecto como los principales entregables.

El documento de alcance del proyecto incluye lo siguiente:

- **Justificación del proyecto:** la necesidad que el proyecto satisface.

La decisión de implantar un sistema de calidad en la empresa productora de petróleo es de importancia estratégica para el organismo, ya que compromete su desarrollo futuro e involucra a toda la organización y requiere de recursos financieros importantes.

Como una demanda del mercado su implantación obedece a la necesidad de contar con una empresa eficaz y eficiente para llevar a cabo su cometido fundamental que es satisfacer las necesidades de hidrocarburos del país y participar ventajosamente en los mercados mundiales de energéticos, en condiciones de calidad sustentable.

Atendiendo a los requerimientos del gobierno, uno de los principales beneficios de la implantación del proyecto será la simplificación administrativa al eliminar operaciones que no agregan valor al proceso o que en algunos casos lo destruyen; así como también el aumento de la eficacia al revisar los procedimientos de trabajo y orientarlos hacia la satisfacción de las necesidades de los clientes, tanto internos como externos; y, a la vez, reducir los retrabajos y el desperdicio de recursos.

En términos de las necesidades del negocio, se establece la oportunidad de influir positivamente en la cadena de suministro de la empresa al implantar el sistema de calidad al interior de ella y así poder inducir a sus proveedores de bienes y servicios que se ajusten a los requisitos de los sistemas de calidad. Adicionalmente, es necesario contemplar y hacer más eficientes los procesos de contratación dentro del marco de la ley, para garantizar procesos de selección imparciales y que signifiquen las mejores condiciones para la empresa, tanto técnicas como económicas.

Adicionalmente, la adopción del sistema de calidad permitirá introducir la cultura de calidad en cada área operativa, funcional ó de proyectos de la empresa y, con ello, propiciar un desarrollo sistémico de la misma, dentro de un proceso de mejora continua.

- **Producto del proyecto:** los productos esperados al término del proyecto son:
 - Crear conciencia en la organización de la política de calidad establecida por la alta dirección de la empresa. Iniciar un cambio cultural.
 - El manual de calidad.
 - La definición de los procesos y su interacción.
 - El inventario de procedimientos revisado y actualizado.
 - El sistema de calidad en operación.
 - La integración y funcionamiento del comité de calidad que permita monitorear el desarrollo del sistema de calidad e impulse la mejora continua.

-
- La certificación por tercera parte.
 - **Entregables del proyecto:** el resumen de los productos parciales ó finales cuya entrega indica la terminación de una fase ó del proyecto es:
 - Los certificados de calidad por cada área operativa, área de proyecto y área funcional de la organización.
 - El manual de calidad con los procedimientos genéricos documentados, revisados y actualizados.
 - Los procesos y procedimientos específicos.
 - **Objetivos del proyecto:** se establecen los criterios cuantificables que deben alcanzarse por el proyecto para ser considerado exitoso. Los objetivos del proyecto incluyen el costo, calendario y medidas de calidad. Los objetivos tienen: atributos, unidad de medida y un valor absoluto ó relativo.

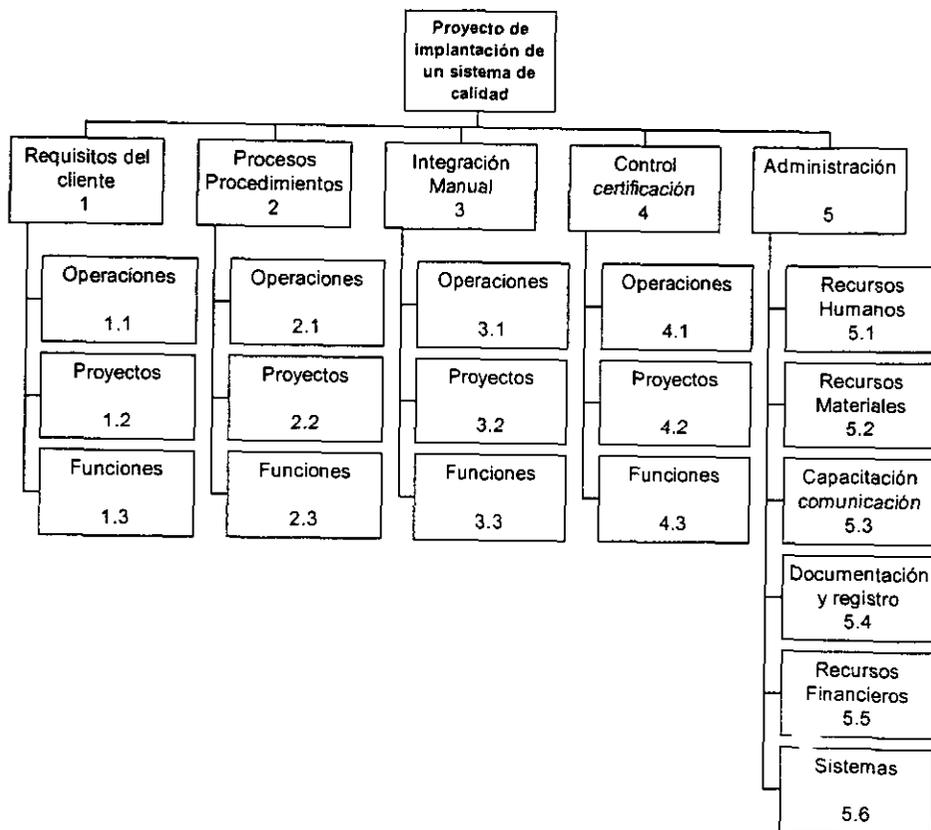
Los objetivos del proyecto son:

- Implantar el sistema de calidad conforme a la norma ISO 9001:2000, en las 65 áreas operativas, funcionales y de proyectos, tanto en el ámbito central como en el regional,
- en un plazo máximo de 24 meses;
- dentro de un presupuesto que no exceda de 15 millones de pesos, y
- obtener la certificación por tercera parte para cada área mencionada.
- **Plan de administración del alcance:** el documento que describe cómo el alcance es manejado y cómo los cambios en éste son integrados en el proyecto. Incluye una evaluación de la estabilidad esperada del alcance del proyecto (cómo, cuándo y en qué extensión el alcance puede modificarse).

4.2.2 Definición del alcance (planeación)

La estructura de división del trabajo se muestra a continuación hasta el tercer nivel:

Figura 4.7 Estructura de división de trabajo



Esta parte establece la subdivisión de los principales entregables del proyecto (conforme están identificados en el enunciado del alcance) en componentes más pequeños y manejables con el fin de:

- Mejorar la exactitud de los costos, tiempo y estimados de recursos.

- Definir una línea de referencia para la medición del desempeño y el control.
- Facilitar una asignación clara de responsabilidades.

La adecuada definición del alcance es crítica para el éxito del proyecto.

El resultado de esta definición es:

- **Estructura de división del trabajo:** es un agrupamiento orientado hacia los entregables de los elementos del proyecto que organiza y define el alcance total del proyecto. El trabajo que no queda comprendido en esta estructura está fuera del alcance del proyecto. Esta estructura es usada para desarrollar o confirmar un entendimiento común del alcance. Cada nivel descendente representa una descripción más detallada de los elementos del proyecto.

La estructura de división del trabajo se ha integrado en cinco partes:

<u>Parte</u>	<u>Descripción</u>
Requisitos del cliente	<ul style="list-style-type: none"> • identificar los requerimientos del cliente tanto internos como externos en cada uno de los tres niveles establecidos: operaciones, proyectos y funciones; • establecer los parámetros de medición de la satisfacción de los requerimientos del cliente para cada área elegida.
Procesos y procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • determinar del inventario de procesos que desarrolla cada uno de los tres niveles y su interrelación, • establecer los procedimientos documentados para llevar a cabo cada proceso, • determinar su ajuste con los requisitos del cliente interno y externo, y • realizar los procedimientos faltantes en el área correspondiente.
Integración del manual.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en un documento la política y objetivos de calidad, la integración de procesos y los procedimientos documentados.

<u>Parte</u>	<u>Descripción</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar su autorización con el Comité de calidad y con los Subcomités de calidad operativos, de proyectos ó funcional, según sea el caso. • Capacitar al personal en el sistema de calidad.
Control de certificación	<ul style="list-style-type: none"> • Servir de enlace entre el organismo certificador y el equipo del proyecto para instrumentar los cambios necesarios, resolver las no conformidades y así obtener la certificación.
Administración del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Le corresponde acercar los recursos necesarios al proyecto, medir el avance y generar los reportes de desempeño del proyecto.</i> • Recursos humanos. Seleccionar y mantener a los recursos humanos que participan en el proyecto en forma permanente. Llevar los registros de su desempeño durante la ejecución del proyecto y capacitarlos. • Recursos materiales. Proveer los elementos materiales para desempeñar las labores del proyecto. Realizar el proceso de licitación para el certificador. • Capacitación y comunicación. <ul style="list-style-type: none"> • Manejar la logística de reuniones y agendas. • Detectar y atender las necesidades de capacitación al interior del equipo de proyecto. • Realizar los reportes de desempeño del proyecto. • Preparar y controlar las comunicaciones concernientes al proyecto. • Realizar las actividades de gestión del cambio hacia la organización. • Documentación y registro. Mantener toda la información relativa al proyecto y tramitar los cierres de las etapas, del proyecto y de los contratos.

Parte**Descripción**

- **Recursos financieros.**
 - Proveer los recursos financieros para la ejecución de las actividades del proyecto.
 - Controlar el presupuesto y los costos.
 - Emitir los informes correspondientes.
- **Sistemas.** Apoyar a las demás áreas del proyecto con ayudas informáticas, tales como: videoconferencia, intranet, equipo de cómputo, correo electrónico, etc.

Conforme a los tres niveles definidos en el alcance del proyecto se han identificado 65 áreas de implantación del proyecto del sistema de calidad. Es de señalarse que tanto las áreas de operaciones como las de proyectos comparten estructuras de administración con las áreas funcionales y sirven como enlace entre la sede central y las localidades geográficas.

Las áreas identificadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Áreas de implantación del proyecto

Área		Numero
Operaciones	Región Norte	9
	Región Sur	11
	Región Marina NE	5
	Región Marina SO	6
	Total	31
Funciones	Dirección general	1
	Administración y finanzas	7
	Seguridad Industrial	5

Área		Numero
	Comercial	5
	Planeación	5
	Total	23
Proyectos	Crudo pesado	1
	Gas	1
	Crudo ligero	1
	Perforación	3
	Exploración	5
	Total	11
Total		65

4.2.3 Verificación del alcance (ejecución)

Es el proceso de formalizar la aceptación del alcance del proyecto por los grupos de interés. Requiere la revisión de los productos del trabajo y los resultados para asegurar que todo fue terminado correctamente y satisfactoriamente. El proceso de verificación del alcance debe establecer y documentar el nivel y la extensión de la terminación. La verificación del alcance difiere del control de calidad en que el primero está orientado principalmente a la aceptación del trabajo, mientras que el control de la calidad se enfoca a la satisfacción de los requerimientos establecidos por cliente del proyecto.

El resultado de esta etapa es la aceptación formal que se refiere a la documentación que el cliente ó el patrocinador del proyecto ha aceptado el producto del proyecto o de cierta fase del mismo.

4.2.4 Control de los cambios de alcance (control)

Se enfoca a influenciar los factores que originan cambios en el alcance para asegurar que los cambios son benéficos; la determinación de que ha ocurrido un cambio de alcance y el manejo de los cambios que se presenten. Los productos obtenidos en esta etapa son:

- **Cambios de alcance:** un cambio de alcance es cualquier modificación sobre el alcance previamente acordado conforme está definido en la estructura de división del trabajo. Los ajustes en el alcance frecuentemente implican cambios en los costos, tiempo, calidad u otros objetivos del proyecto.
- **Acciones correctivas**

4.3 Programación

4.3.1 Definición de actividades (planeación)

La definición de actividades es la identificación y documentación de actividades específicas que deben ser desarrolladas para producir los entregables y subentregables identificados en la estructura de división del trabajo. Implícita en este proceso está la necesidad de definir las actividades tales que los objetivos del proyecto sean alcanzados.

Los resultados de este proceso son:

- **Relación de actividades:** debe incluir todas las actividades que serán desempeñadas en el proyecto. Debe ser organizada como una extensión de la estructura de división del trabajo para ayudar a asegurar que está completa y que no incluye ninguna actividad que no forma parte del alcance del proyecto. Como en la estructura de división del trabajo, la lista de actividades debe incluir las descripciones de cada actividad para asegurar que los miembros del equipo del proyecto entenderán cómo el trabajo debe realizarse.
- **Actualización de la estructura de división del trabajo:** al utilizar la estructura de división del trabajo para identificar cuáles actividades son necesarias, el equipo del

proyecto puede identificar entregables omitidos inicialmente ó puede determinar que las descripciones de los entregables necesitan ser aclaradas ó corregidas. Cualquiera de tales actualizaciones debe ser reflejada en la estructura de división del trabajo y en la documentación relativa, tal como lo son los estimados de costo.

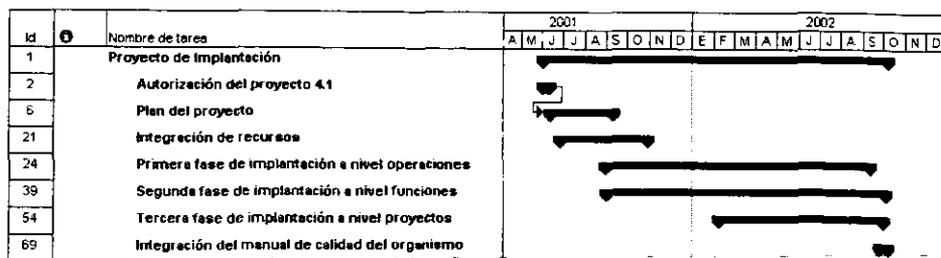
4.3.2 Secuenciación de actividades (planeación)

Incluye la identificación y documentación de las dependencias e interactividades. Las actividades deben ser secuenciadas precisamente para respaldar el desarrollo posterior de calendarios realistas. La secuenciación puede ser desarrollada con la ayuda de computadoras ó con técnicas manuales.

Los resultados de esta etapa son:

- **Diagrama de red del proyecto:** es una representación esquemática de las actividades y las relaciones lógicas (dependencias) entre ellas. Figuras 4.8 a 4.12
- **Actualización de actividades:** de la misma forma que el proceso de definición de actividades puede generar actualizaciones a la estructura de división del trabajo, la preparación del diagrama de red del proyecto puede revelar instancias donde una actividad debe ser dividida o redefinida de otra forma para diagramar las relaciones lógicas correctas.

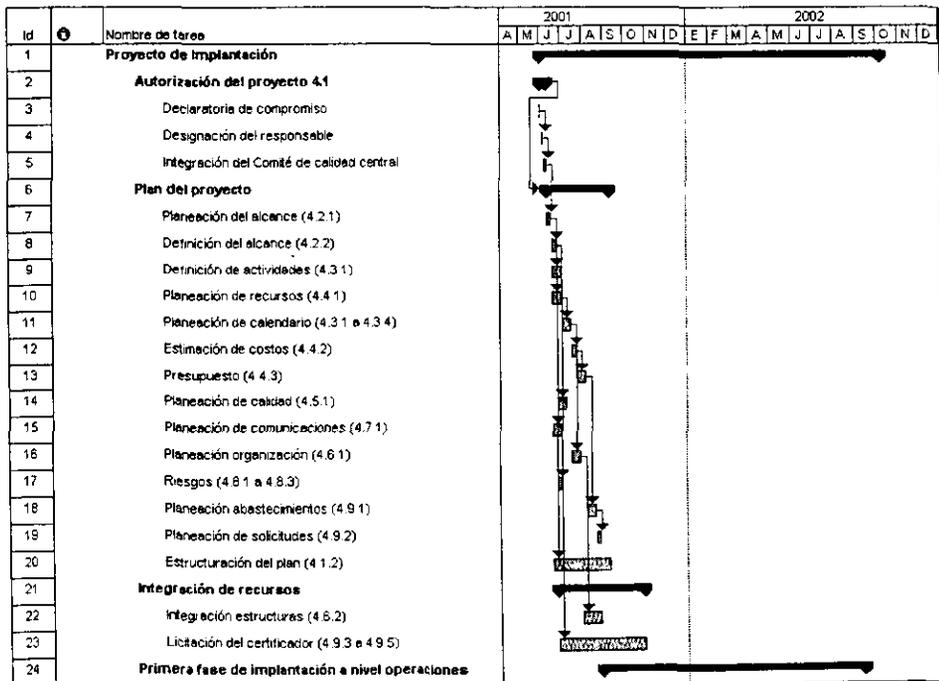
Figura 4.8 Programa: Resumen



4.3.3 Duración de actividades (planeación)

Los estimados de duración de las actividades implica la evaluación de la cantidad de periodos de trabajo que se necesitarán para completar cada actividad identificada. La persona o grupo en el equipo de proyecto que está más familiarizado con la naturaleza de una actividad específica debe hacer, ó al menos aprobar, el estimado.

Figura 4.9 Programa: Autorización, plan e integración de recursos

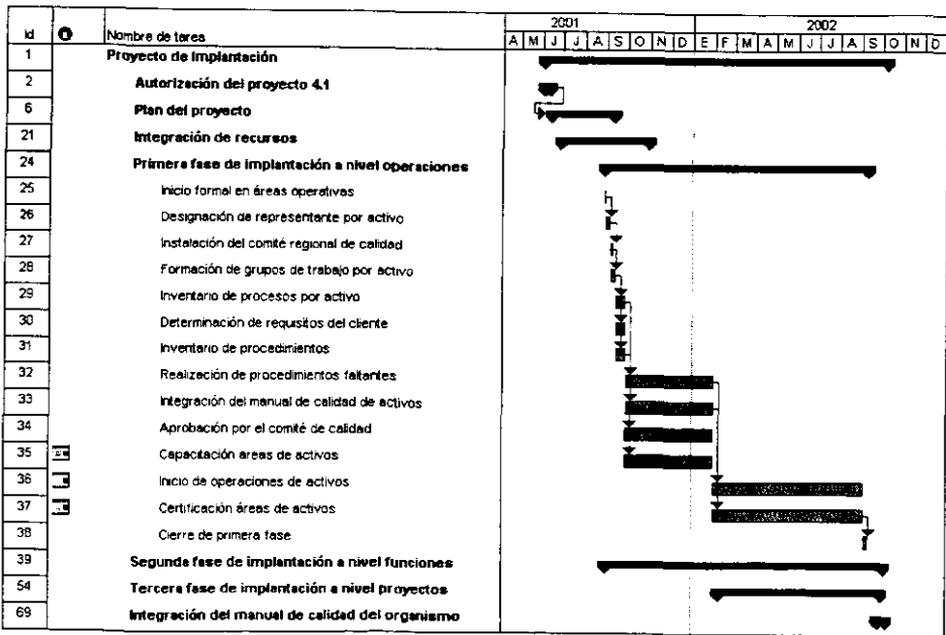


La estimación de periodos de trabajo requeridos para terminar una actividad requerirán frecuentemente la consideración del tiempo transcurrido también.

Los resultados de esta actividad son:

- **Estimados de duración de actividades:** son evaluaciones cuantitativas del más adecuado número de periodos de trabajo que serán requeridos para terminar una actividad. Los estimados deben siempre incluir alguna indicación del rango de resultados posibles.
- **Premisas de los estimados:** supuestos hechos en el desarrollo de los estimados deben ser documentados.
- **Actualización de la lista de actividades.**

Figura 4.10 Programa: primera fase



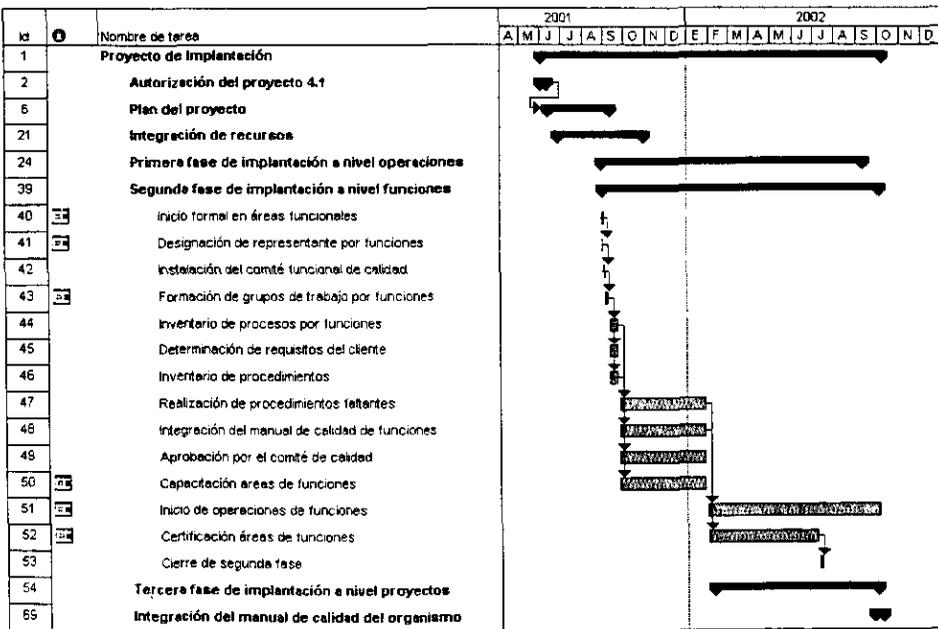
4.3.4 Programación (planeación)

Es la determinación de las fechas de inicio y fin de las actividades del proyecto. Si ambas fechas no son realistas, el proyecto no terminará conforme a lo programado. El desarrollo de la programación frecuentemente debe ser iterativo.

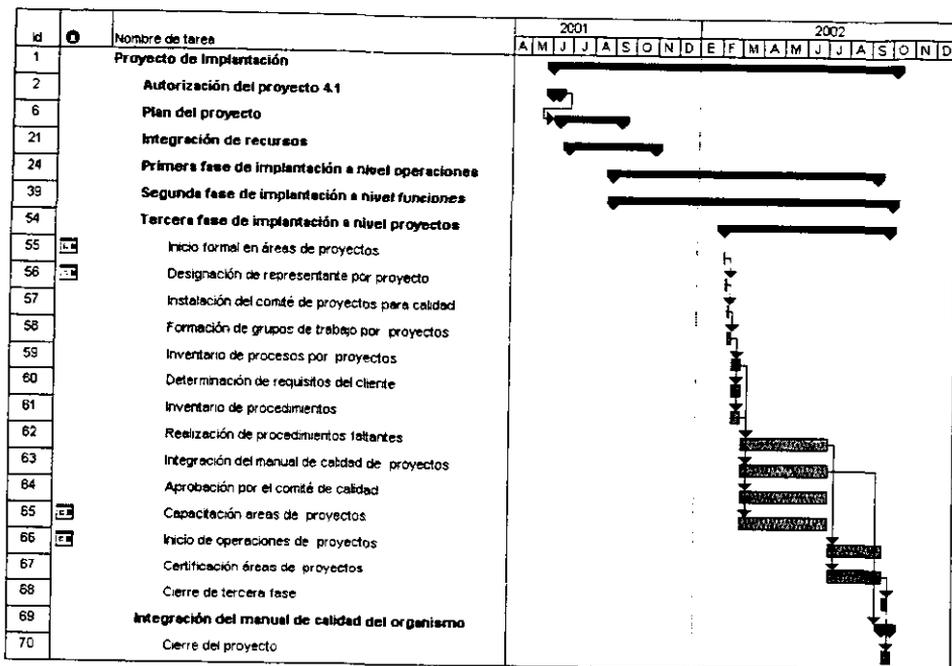
Los productos de esta etapa son:

- **Calendario del proyecto:** el calendario del proyecto incluye cuando menos el inicio planeado y el final esperado para cada actividad.
- **Plan de administración del calendario:** define cómo los cambios al programa deben ser tratados.
- **Actualización de requerimientos de recursos:** la nivelación de recursos y la actualización de la lista de actividades pueden tener un efecto significativo en los estimados preliminares de los requerimientos de recursos.

Figura 4.11 Programa: segunda fase



4.12 Programa: Tercera fase, manual de calidad y cierre



4.3.5 Control de programación (control)

Se enfoca a influenciar los factores que propician cambios en el calendario para asegurar que dichos cambios son benéficos; la determinación que el programa ha cambiado y a manejar los cambios cuando ocurren. Los productos de esta etapa son:

- **Actualización de calendarios:** es cualquier modificación a la información del calendario que es usada para manejar el proyecto. Los interesados afectados por estos cambios deben ser notificados cuando sea necesario.

Las revisiones son cambios a las fechas de inicio ó final en la programación aprobada del proyecto. Estas fechas se modifican solamente por cambios en el alcance. En algunos casos, los retrasos en los programas pueden ser tan severos que la reconfi-

guración del calendario es necesaria para proveer datos realistas para la medición del desempeño.

- **Acciones correctivas:** es cualquier acción tomada para alinear el desempeño futuro del calendario con el plan del proyecto.

4.4 Costos

La administración del costo del proyecto se enfoca principalmente al costo de los recursos requeridos para completar las actividades del proyecto.

4.4.1 Planeación de recursos (planeación)

La planeación de los recursos abarca la determinación de qué recursos físicos (gente, equipo, materiales) y qué cantidad de cada uno debe ser usada para desempeñar las actividades del proyecto. Debe ser estimado en conjunto con la estimación de costos.

El resultado de esta actividad es:

- **Requerimientos de recursos:** es una descripción de qué tipos de recursos se requieren y en qué cantidades para cada elemento de la estructura de división del trabajo. Estos recursos pueden ser obtenidos mediante el reclutamiento de los recursos humanos y/o a través del abastecimiento de recursos materiales.

4.4.2 Estimación de costos (planeación)

La estimación de costos incluye el desarrollo de una estimación aproximada de los costos de los recursos requeridos para completar las actividades del proyecto.

La estimación de costos incluye la identificación y consideración de varias alternativas de costos.

Los productos de esta actividad son:

-
- **Costos estimados:** los costos deben ser estimados para todos los recursos que serán cargados al proyecto. Los estimados pueden refinarse durante el curso del proyecto para reflejar la información adicional disponible.
 - **Plan de administración de costos:** describe cómo las variaciones de los costos serán manejadas.

4.4.3 Presupuesto (planeación)

Contempla la asignación de los estimados globales de costos a partidas individuales de trabajo para establecer una referencia para medir el desempeño del proyecto.

El producto de ésta fase es:

- **Cifras de referencia:** es un presupuesto calendarizado que servirá para medir y monitorear el desempeño de los costos del proyecto. Es desarrollado mediante la suma de los estimados de costo por periodo y se grafica como una curva "S"

4.4.4 Control de costos (control)

El control de costos se enfoca a influenciar los factores que propician los cambios benéficos a los presupuestos básicos, la determinación de que el presupuesto de referencia ha cambiado y el manejo de los cambios cuando y conforme ocurren.

El control de costos incluye:

- El monitoreo del desempeño de los costos para detectar variaciones sobre el plan.
- El aseguramiento de que todos los cambios apropiados se registran con precisión en la referencia de costos.
- La información a los grupos interesados de los cambios autorizados.

El control de costos incluye la búsqueda de las causas tanto de los cambios positivos como negativos.

Los resultados de esta actividad son:

- **Revisión de estimaciones de costos:** modificaciones a la información de costos que es usada para manejar el proyecto. Los interesados apropiados deben ser informados conforme se requiera. Las revisiones pueden ó no requerir ajustes en otros aspectos del plan global del proyecto.
- **Actualización del presupuesto.**
- **Acciones correctivas**
- **Estimados de cierre:** pronósticos de los costos totales del proyecto basados en el desempeño real a la fecha.

4.5 Calidad

La administración de la calidad del proyecto debe atender tanto a la administración del proyecto como al producto del mismo. La falla en alcanzar los requerimientos de calidad en cada dimensión puede tener consecuencias negativas serias para alguno de los interesados en el proyecto.

La calidad es la totalidad de características de una entidad que tienen que ver con su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas ó implícitas. Un aspecto crítico de la administración de la calidad en el contexto del proyecto es la necesidad de convertir las necesidades implícitas en explícitas, a través de la administración del alcance del proyecto.

El equipo de proyecto debe ser cuidadoso en no confundir la calidad con el grado. Grado es una categoría ó rango otorgado a entidades que tienen el mismo uso funcional pero diferentes requerimientos de calidad. La baja calidad es siempre un problema; el bajo grado puede no serlo. La determinación y la entrega de los niveles requeridos tanto de calidad como grado son las responsabilidades del director y del equipo de administración del proyecto.

El equipo del proyecto debe ser consciente de que la administración moderna de calidad complementa la *administración moderna de proyectos*. Por ejemplo, ambas disciplinas reconocen la importancia de:

- **Satisfacción del cliente:** entendimiento, manejo e influencia de las necesidades de *tal forma de que las expectativas del cliente se alcanzan o exceden*. Esto requiere una combinación de conformidad con las especificaciones (el proyecto debe producir lo que se dice que produce) y aptitud para el uso (el producto ó servicio debe satisfacer necesidades reales)
- **Prevención sobre inspección:** el costo de evitar equivocaciones es siempre mucho menor que el costo de corregirlas.
- **Responsabilidad de la dirección:** el éxito requiere de la participación de todos los miembros del equipo, pero permanece la responsabilidad de la dirección de proveer los recursos requeridos para tenerlo.
- **Enfoque de procesos:** el ciclo Planear – Hacer – Revisar - Actuar, descrito por Deming es muy similar a la combinación de fases y procesos que se presentan en este esquema de administración de proyectos.

4.5.1 Planeación de la calidad (planeación)

La planeación de la calidad abarca la identificación de los estándares de calidad que son relevantes al proyecto y la determinación de cómo satisfacerlos. Es uno de los procesos clave durante la planeación del proyecto y debe ser realizado regularmente y en paralelo con los demás procesos de planeación. Por ejemplo la calidad deseada puede requerir ajustes de calendario y de costos, o la calidad deseada del producto puede requerir un *análisis de riesgo detallado de un problema identificado*.

Los productos de la planeación de la calidad son:

- **Plan de administración de la calidad:** indica cómo el equipo de administración de la calidad implantará la política de calidad. describe el sistema de calidad del proyec-

to: La estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

El plan de administración de la calidad provee insumos de entrada al plan maestro del proyecto y debe dirigir el control de calidad, el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad del proyecto.

- **Definiciones operacionales:** describe en términos muy específicos qué es algo y cómo es medido por el proceso de control de la calidad.
- **Listas de verificación:** es una herramienta estructurada, usada para verificar que un conjunto de pasos requeridos se han desempeñado.

Los criterios de calidad para la aceptación de los entregables del proyecto son los siguientes:

<u>Elemento</u>	<u>Criterio de calidad</u>
Requisitos del cliente:	<ul style="list-style-type: none">• Estén manifestados por el propio cliente ó usuario mediante evidencias documentadas (encuestas, entrevistas, cuestionarios, etc.)• Estén vinculados a un proceso específico.
Procesos:	<ul style="list-style-type: none">• Exista un dueño de proceso en la organización con las atribuciones para modificarlo y eficientarlo.• Cuente con todos los procedimientos para lograr su finalidad.
Procedimientos:	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del procedimiento. Areas ó puestos encargados del cumplimiento de las acciones que llevan a la realización del procedimiento.• Participantes. Areas ó puestos que tienen injerencia en el desarrollo del procedimiento como emisores, receptores o como actores.• Receptores de productos finales. Personas ó puestos que son los destinatarios finales de los documentos, registros, etc. que se realizan durante el procedimiento.

Elemento**Criterio de calidad**

- Descripción del producto final. Referencia al tipo de acción que se hace, ya sea como registro, documento, petición, autorización, etc.
 - Formatos de los insumos requeridos, Evaluar si el procedimiento especifica el tipo de formato que se requiere para iniciar su ejecución.
 - Información de los criterios para evaluar la calidad de los insumos requeridos, Tipificación de los requerimientos mínimos de la información de entrada necesaria para la ejecución del procedimiento.
 - Periodicidad de actividades. Criterios ó eventos de inicio de *repetición del procedimiento en sí o de alguna de sus actividades* en un tiempo definido.
- Auditoría interna:**
- Entidad encargada de verificar, a través de la evidencia del registro, el cumplimiento de las actividades señaladas en los procedimientos.
 - Revisiones y observaciones a los procedimientos.

4.5.2 Aseguramiento de la calidad (ejecución)

Son todas las actividades sistemáticas y planeadas implementadas dentro del sistema de calidad para proporcionar confianza de que el proyecto satisfará los estándares de calidad relevantes.

El resultado de esta etapa es:

- **El mejoramiento de la calidad:** incluye tomar acciones para incrementar la efectividad y la eficiencia del proyecto al *proveer beneficios adicionales a los interesados* en el proyecto. En la mayoría de los casos, implementar el mejoramiento de la calidad requerirá de la preparación para el cambio requerido para tomar las acciones correctivas que serán manejadas de acuerdo a los procedimientos para el control general de cambios.
- **Revisiones de auditoria.**

4.5.3 Control de calidad (control)

El control de calidad incluye el monitoreo de resultados específicos del proyecto para determinar si cumplen con los estándares de calidad relevantes y la identificación de las formas de eliminar las causas de resultados insatisfactorios. Debe ser realizado durante la ejecución del proyecto. Los resultados del proyecto incluyen los productos del proyecto tales como entregables y los resultados de la administración tales como el desempeño de costos y calendario.

Los productos son:

- **Mejoramiento de la calidad:** se refiere a tomar acciones para incrementar la efectividad y eficiencia del proyecto para proporcionar beneficios adicionales a los grupos interesados. En la mayoría de los casos la implementación de las mejoras de la calidad requerirán un cambio en los requerimientos ó la toma de una acción correctiva y deberá ser manejada conforme a los procedimientos establecidos en el área de control de cambios.
- **Decisiones de aceptación:** los elementos inspeccionados deben ser aceptados ó rechazados. Los rechazados pueden requerir retrabajos.
- **Retrabajos:** es la acción tomada para hacer que una partida no conforme cumpla con los requisitos o especificaciones. El retrabajo, especialmente el no anticipado, es una causa frecuente de retraso en el proyecto.
- **Listas de verificación terminadas:** deben formar parte de los registros del proyecto.
- **Ajustes al proceso:** acciones preventivas ó correctivas.

4.6 Recursos humanos

Algunos de los principales aspectos incluyen:

- Liderazgo, comunicación, negociación, etc., relacionados con las características de las personas.

-
- Delegación, motivación, apoyo, etc, relacionados con el trato a individuos.
 - Construcción de equipos, *manejo de conflictos*, y *otras materias relacionadas con el manejo de grupos*.
 - Evaluación del desempeño, reclutamiento, retención, relaciones laborales, regulaciones de salud y seguridad y otras materias relacionadas con la función de administración de recursos humanos.

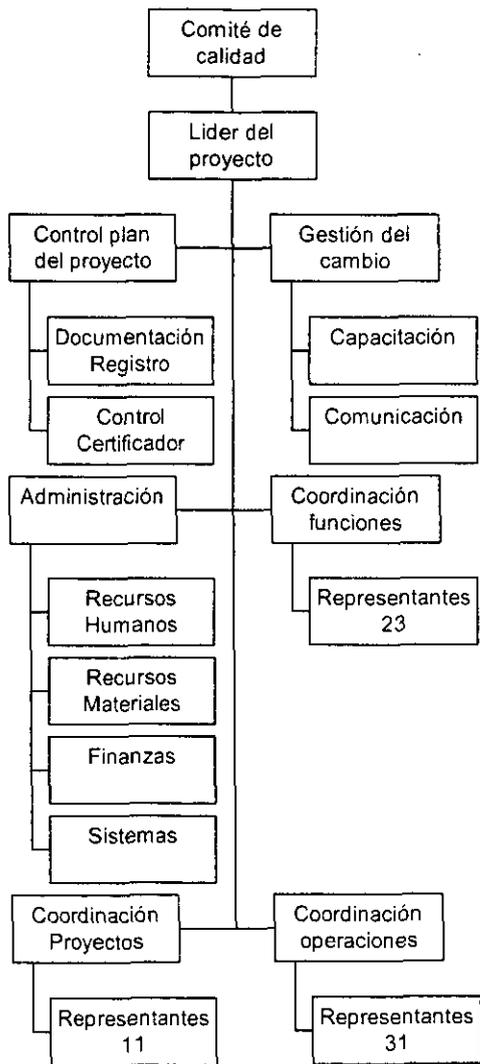
El administrador del proyecto y el equipo de administración del proyecto deben estar familiarizados con estos temas. No obstante, deben ser también sensibles a cómo este conocimiento es aplicado en el proyecto. Por ejemplo:

- La **naturaleza temporal de los proyectos** significa que el personal y las relaciones organizacionales serán generalmente temporales y nuevas. El equipo de administración del proyecto debe tener cuidado de seleccionar las técnicas que son apropiadas para tales relaciones transitorias.
- La **naturaleza y numero de los interesados en el proyecto** siempre cambiarán conforme el proyecto se mueve de fase en fase de su ciclo de vida. Como resultado, las técnicas que son efectivas en una fase pueden no serlo en la siguiente. El equipo de administración del proyecto debe tener cuidado al usar técnicas que sean apropiadas a las necesidades actuales del proyecto.
- Las **actividades administrativas de recursos humanos** son responsabilidad directa del equipo de administración del proyecto. No obstante, el equipo debe ser consciente de los requerimientos administrativos para asegurar su cumplimiento.

4.6.1 Planeación de la organización (planeación)

Se refiere a la identificación, documentación y asignación de los roles del proyecto, responsabilidades y relaciones jerárquicas. Los roles, responsabilidades y relaciones jerárquicas pueden ser asignadas a individuos ó a grupos. Los individuos y grupos pueden ser parte de la organización que desarrolla el proyecto o pueden ser externos a ella.

Figura 4.12 Organigrama del proyecto de implantación del sistema de calidad



En el proyecto la mayor parte de la planeación organizacional debe ser realizada durante las fases más tempranas del mismo. No obstante, los resultados de este proceso pueden ser revisados regularmente a través del desarrollo del proyecto para asegurar la aplicabi-

lidad continua. Si la organización inicial ya no es efectiva, debe ser revisada urgentemente.

La planeación organizacional se liga estrechamente con la planeación de las comunicaciones, dado que la estructura organizacional del proyecto tendrá un mayor efecto sobre los requerimientos de comunicación.

Los resultados de esta actividad son:

- **Asignación de roles y responsabilidades:** los roles del proyecto (quién hace qué) y las responsabilidades (quién decide qué) deben ser asignadas a los interesados apropiados. Los roles y responsabilidades pueden variar con el tiempo. La mayoría de los roles y responsabilidades serán asignados a los interesados que están involucrados activamente en el trabajo del proyecto, tales como el administrador del proyecto y a los miembros del equipo de administración del proyecto y a individuos que tienen intereses en el proyecto.

Los roles y responsabilidades del líder del proyecto son generalmente críticas en la mayoría de los proyectos pero varían considerablemente entre áreas de aplicación.

Los roles y responsabilidades del proyecto deben estar estrechamente vinculados con la definición de alcance del proyecto. Una matriz de responsabilidades se utiliza frecuentemente para este propósito. Las matrices de responsabilidades pueden ser desarrolladas a varios niveles. Por ejemplo una matriz de alto nivel puede definir qué grupo ó unidad es responsable por cada elemento de la estructura de división de trabajo, mientras que una matriz de bajo nivel se utiliza dentro de un grupo para asignar los roles y las responsabilidades para actividades específicas a individuos particulares.

- **Planeación de recursos humanos:** describe cuándo y cómo los recursos humanos serán acercados ó separados del equipo de proyecto. Se debe *poner atención especial* a cómo los miembros del equipo del proyecto (grupos ó individuos) serán liberados cuando ya no son necesarios al proyecto. Los procedimientos adecuados de re-asignación pueden:

- Reducir costos al reducir o eliminar la tendencia de “hacer el trabajo” para cubrir el tiempo entre esta asignación y la siguiente.
- Aumentar la moral reduciendo o eliminando la incertidumbre de futuras oportunidades de empleo.
- **Organigrama:** es una representación gráfica de las relaciones de mando, responsabilidad y comunicación.

Estructura propuesta del equipo de proyecto sería la que se muestra en la figura 4.12

4.6.2 Integración de recursos humanos (planeación)

Se refiere a la obtención de los recursos humanos necesarios (grupos ó individuos) para asignarlos al proyecto. En la mayoría de los ambientes, los mejores recursos no están disponibles y el grupo de administración del proyecto debe tener cuidado de asegurar que los recursos que están disponibles cubren los requerimientos.

Los resultados de esta etapa son:

- **Recursos humanos asignados al proyecto:** el proyecto está tripulado cuando la gente apropiada ha sido confiablemente asignada a trabajar en él.
- **Directorio del proyecto:** lista todos los miembros del proyecto y otros interesados clave.

Los roles y responsabilidades del equipo del proyecto serían:

<u>Grupo ó Individuo</u>	<u>Roles y responsabilidades</u>
Comité de calidad:	<ul style="list-style-type: none"> • Presidido por el director general e integrado por todos los subdirectores del organismo y responsables de unidades del primer nivel de dirección. • Aprueba los resultados del proyecto. • Establece los objetivos y políticas del sistema de calidad y del proyecto.

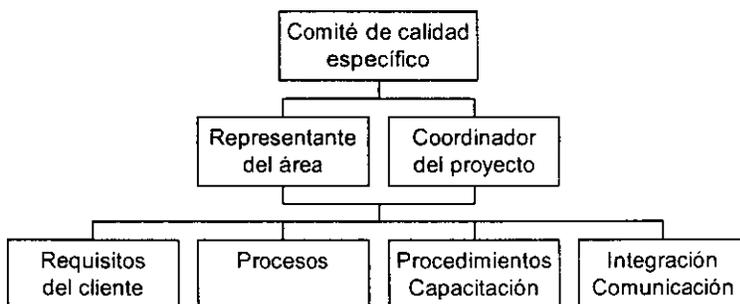
-
- Aprueba cambios de alcance
 - Sesiona cada mes
- Líder del proyecto:**
- Responsable de la conducción del proyecto de implantación del sistema de calidad.
 - Controla el plan del proyecto.
 - Establece la estructura de organización y decide sobre los recursos necesarios de acuerdo con el alcance del proyecto.
 - Informa al comité de calidad
- Control del plan del proyecto:**
- Controla al alcance y los cambios aprobados
 - Controla el calendario aprobado
 - Control de calidad del proyecto
 - Registros y documentación
 - Relaciones con el certificador
- Administración:**
- Administración de recursos humanos, materiales, finanzas y sistemas del proyecto
 - Capacitación de los miembros del proyecto
 - Control de costos y presupuestos
- Gestión del cambio:**
- Responsable de la comunicación del proyecto hacia la organización de la empresa.
 - Coordinación y diseño de los programas de capacitación hacia el personal externo al proyecto
- Coordinador de áreas funcionales:**
- Coordina los trabajos de los 23 representantes funcionales
 - Integra la información de los procesos
- Coordinador de áreas de proyectos:**
- Coordina los trabajos de los 11 representantes de proyectos
 - Integra la información de los procesos

Coordinador de áreas de operaciones:

- Coordina los trabajos de los 31 representantes de áreas de operaciones
- Integra la información de los procesos

La estrategia para la ejecución del proyecto se centra en los coordinadores de proyectos, funciones y operaciones. Estos son los encargados de dirigir los grupos de trabajo creados en cada localidad seleccionada. La estructura de organización típica de cada localidad sería:

Figura 4.13 Organización típica de localidades



El objetivo de la estructura del proyecto sería la de dar apoyo, a través de las coordinaciones de área, en todos los aspectos y actividades del proyecto en cada localidad. También, aprovechar aspectos comunes a varias áreas en términos de procedimientos ó procesos, de tal suerte que no sean repetitivos y que las áreas puedan concentrarse en aquellos procedimientos y procesos que les son privativos, pero todo ello bajo un enfoque y arreglo común establecido por la dirección del proyecto. Se pretende involucrar a los comités de calidad específicos (funcional, proyectos y operaciones) en las decisiones y en la conducción del proyecto.

Las funciones particulares son:

Responsable

Funciones

Comité de calidad específico:

- Es el grupo de dirección establecido por personas con responsabilidades específicas de operaciones, proyectos ó funciones para aprobar los trabajos del

<u>Responsable</u>	<u>Funciones</u>
Representante del área:	<p>proyecto de implantación del sistema de calidad. (sesiona recurrentemente)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se refiere a la persona designada por el titular formal del área de implantación del sistema, ya sea proyectos, funciones u operaciones para dirigir los trabajos del proyecto en su ámbito de influencia. Se apoya en el coordinador del proyecto para establecer la comunicación con la dirección del proyecto. (Tiempo completo)
Coordinadores del proyecto por funciones, operaciones ó proyectos:	<ul style="list-style-type: none"> • Es el encargado de coordinar los trabajos, facilitar las comunicaciones y apoyar a las estructuras locales en la realización del proyecto. También realiza funciones normativas y atiende a todos los grupos de la misma área.
Responsables de requisitos del cliente:	<ul style="list-style-type: none"> • Es el responsable de integrar el universo de requisitos que tienen los clientes para la organización específica. Debe detectar tanto los requerimientos internos (dentro de la organización) como externos (fuera de ella). Debe establecer si se atienden tales requisitos, así como la oportunidad y eficacia con que se satisfacen. Detecta las áreas de oportunidad para desarrollar procesos y procedimientos nuevos.
Responsables de los procesos:	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar que los procesos se orienten a la satisfacción de las necesidades de los clientes internos y externos. Detectar procesos <i>innecesarios que no</i> agregan valor ó que no apuntan a una necesidad específica. Plantear las oportunidades de cambio. Establecer la configuración adecuada de los procesos.
Responsables de procedimientos y capacitación:	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar el universo de procedimientos, actualizarlos, <i>realizar los nuevos</i> y eliminar los que correspondan a procesos que se van a desechar. • Detectar necesidades de capacitación y proporcionarla a nivel de los procedimientos y procesos.
Responsables de integración y comunicación:	<ul style="list-style-type: none"> • Son los encargados de incorporar en un solo documento los procesos aprobados, los procedimientos y las estructuras de organización como resulta-

Responsable

Funciones

do de las aprobaciones del comité de calidad.

- Realizar la comunicación a todas las áreas de su ámbito de competencia sobre los avances y resultados del proyecto de implantación del sistema de calidad. Mantener los registros actualizados del desarrollo del proyecto. Coordinar los trabajos de certificación.

4.6.3 Desarrollo del equipo (ejecución)

Incluye tanto la ampliación de las habilidades de los interesados en el proyecto para contribuir como individuos, así como también el desarrollo de la habilidad del equipo para funcionar como equipo. El desarrollo individual (técnico y administrativo) es la base necesaria para desarrollar al equipo. El desarrollo como grupo es crítico para la capacidad del proyecto en alcanzar sus objetivos.

El desarrollo de equipo en un proyecto es siempre complicado cuando los miembros individuales del equipo son supervisados tanto por un administrador funcional y por el administrador del proyecto. La administración efectiva de ésta relación dual es un factor crítico de éxito para el proyecto y es generalmente la responsabilidad del director del proyecto.

Los resultados de esta etapa son:

- **Mejoramiento del desempeño:** el principal objetivo del desarrollo de equipo es mejorar el desempeño del proyecto. El mejoramiento puede provenir de varias fuentes y puede afectar diversas áreas del desempeño del proyecto:
 - Mejoramiento de las habilidades individuales pueden permitir a una persona específica desempeñar sus actividades asignadas de una forma más efectiva.
 - Mejoramiento del funcionamiento del equipo puede permitir a los miembros del equipo dedicar un mayor porcentaje de su esfuerzo a actividades técnicas.

-
- El mejoramiento en las habilidades individuales y de equipo puede facilitar la identificación y desarrollo de mejores formas de realizar el trabajo del proyecto
 - **Información para la evaluación del desempeño.**

4.7 Comunicación

La administración de las comunicaciones del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar la apropiada y oportuna generación, recopilación, disseminación, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto. Provee los vínculos críticos entre la gente, ideas e información que son necesarias para el éxito. Cualquiera que esté involucrado en el proyecto debe estar preparado para enviar y recibir comunicaciones en el lenguaje del proyecto y debe entender cómo la comunicación en que está involucrado como individuo afecta al proyecto como un todo.

La tarea de comunicación está relacionada con la administración de las comunicaciones del proyecto. La comunicación es el aspecto más amplio e incluye una gran cantidad de conocimiento que no es exclusivo del contexto del proyecto; por ejemplo:

- **Modelos** de emisor-receptor, ciclos de retroalimentación, barreras de comunicación, etc.
- Elección de **medios**: comunicación escrita frente a la comunicación oral; cuándo escribir un memorando informal frente a cuándo escribir un reporte formal.
- **Estilo** de escritura: voz activa frente a pasiva, etc.
- **Técnicas** de presentación: lenguaje corporal, ayudas visuales, etc.
- Técnicas de manejo de **juntas**: preparación de agenda, manejo del conflicto, etc.

4.7.1 Planeación de la comunicación (planeación)

La planeación de las comunicaciones incluye la determinación de las necesidades de información de los interesados en el proyecto: quién necesita qué información; cuándo la necesitan y cómo será proporcionada. Mientras que todos los proyectos comparten la

necesidad de comunicar la información del proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución varían ampliamente. La identificación de las necesidades de información de los interesados y la determinación de los medios apropiados de satisfacer esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto.

Los resultados de esta actividad son:

- **Plan de administración de las comunicaciones:** es un documento que proporciona:
 - Los **métodos** a emplearse para recolectar y guardar los diversos tipos de información. Los procedimientos deben también cubrir la recopilación y diseminación de actualizaciones y correcciones previas a la distribución del material.
 - Estructura de **distribución:** que detalla la información de a quién fluirá, y qué métodos se usarán para distribuir los diferentes tipos de información. Esta estructura debe ser compatible con las responsabilidades y las relaciones jerárquicas descritas en el organigrama.
 - La **descripción de la información** que será distribuida, incluyendo el formato, contenido, nivel de detalle y definiciones ó convenciones utilizadas.
 - **Calendarios de publicación** donde se indique cuando cada tipo de información será publicada.
 - Métodos de **acceso** a la información
 - Métodos de actualización y refinamiento del plan de administración de las comunicaciones conforme el proyecto avanza y se desarrolla.

4.7.2 Distribución (ejecución)

Aquí se pretende que la información esté disponible oportunamente a los interesados en el proyecto. Incluye la implementación del plan de administración de las comunicaciones así como la respuesta a solicitudes inesperadas de información.

Los resultados de los anterior son:

- **Registros del proyecto:** incluyen la correspondencia, memoranda, reportes y documentos que describen el proyecto. Esta información debe, en la extensión posible y apropiada, ser mantenida en una forma organizada. Los miembros del equipo del proyecto pueden mantener sus registros personales.

4.7.3 Reportes del desempeño (control)

Incluye la recopilación y diseminación de la información del desempeño para proveer a los interesados de la información de cómo los recursos se utilizan para lograr los objetivos del proyecto. Este proceso incluye:

- **Reportes de status:** describen el lugar donde está el proyecto
- **Reportes de avance:** describen lo que el equipo del proyecto ha logrado.
- **Pronósticos:** predicciones del estatus y avances futuros del proyecto.

Los reportes del desempeño deben proveer información del alcance, calendario, costos y calidad. Muchos proyectos también requieren información sobre el riesgo y el abastecimiento.

Los productos de esta etapa son:

- **Reportes de desempeño:** organizan y resumen la información obtenida y presentan los resultados de cualquier análisis. Los reportes deben proporcionar los tipos de información y el nivel de detalle requerido por los interesados conforme a lo documentado en el plan de administración de las comunicaciones.
- **Requerimientos de cambio:** el análisis del desempeño del proyecto frecuentemente genera un requerimiento de cambio en algún aspecto del proyecto. Estos requerimientos de cambio son manejados como se describe en los diferentes procesos de control de cambios (E). Administración de los cambios de alcance, control del calendario, etc.)

4.7.4 Cierre administrativo (cierre)

El proyecto ó una fase del mismo, una vez alcanzados sus objetivos ó la terminación por diferentes razones, requiere de un cierre. El cierre administrativo consiste en la verificación y documentación de los resultados del proyecto ó entregables de una fase para formalizar la aceptación del producto del proyecto por el patrocinador del mismo, cliente ó usuario. Incluye la recopilación de todos los registros, asegurando que reflejan las especificaciones finales, el análisis del éxito del proyecto y la efectividad y el archivo de tal información para uso futuro.

Las actividades de cierre no deben ser aplazadas hasta la terminación del proyecto. Cada fase del proyecto debe ser cerrada apropiadamente para asegurar que la información importante y útil no se pierda.

Los productos de este proceso son:

- **Archivos del proyecto:** debe prepararse un conjunto de registros indexados del proyecto para archivo por las partes correspondientes.
- **Aceptación formal:** debe prepararse la documentación de que el cliente ó patrocinador ha aceptado el producto del proyecto.

4.8 Riesgos

La administración de los riesgos del proyecto incluye los procesos de identificación, análisis y respuesta a los riesgos del proyecto. Incluye la maximización de los resultados de los eventos positivos y la minimización de las consecuencias de eventos adversos.

4.8.1 Identificación (planeación)

Consiste en la identificación de qué riesgos pueden afectar al proyecto y la documentación de las características de cada uno. Estrictamente hablando el riesgo involucra solamente la posibilidad de daño ó pérdida. En el contexto de proyectos la identificación de riesgos está también enfocada a las oportunidades así como a las amenazas.

4.8.2 Cuantificación (planeación)

Se refiere a la evaluación de los riesgos y sus interacciones para estimar el rango de los efectos en los productos del proyecto.

- Las oportunidades y amenazas pueden interactuar en formas no anticipadas.
- Un evento de riesgo puede causar múltiples efectos.
- Las oportunidades para un interesado pueden ser amenazas para otro
- Las técnicas matemáticas pueden crear una falsa impresión de precisión y confiabilidad.

Los resultados de estas actividades son:

- Oportunidades a perseguir y riesgos a afrontar.
- Oportunidades a ignorar y riesgos a tomar.

4.8.3 Desarrollo de respuestas al riesgo (planeación)

Incluye la definición de los pasos para las oportunidades y las respuestas a los riesgos. Las respuestas a los riesgos generalmente caen dentro de una de tres categorías:

- **Evitar.** Eliminar el riesgo específico generalmente determinando la causa. El equipo de administración del proyecto no puede eliminar totalmente el riesgo, pero eventos específicos de riesgo pueden frecuentemente ser eliminados.
- **Mitigar.** Reducir el valor monetario esperado del evento de riesgo reduciendo la probabilidad de ocurrencia, reducir el valor del evento riesgoso ó ambos.
- **Aceptar.** Aceptar las consecuencias. La aceptación puede ser activa (desarrollando un plan de contingencia a ejecutar si el evento riesgoso ocurre) ó pasiva (aceptación de un menor beneficio si algunas actividades se desfasan).

Los resultados de esta etapa son:

-
- **Plan de administración de riesgos:** debe documentar los procedimientos que se utilizarán para manejar el riesgo durante el proyecto. En adición a la documentación de los resultados de la identificación de riesgos y los procesos de cuantificación de riesgos, debe cubrir quién es responsable del manejo de las diferentes áreas de riesgo, cómo la identificación inicial y cuantificación serán mantenidas, cómo los planes de contingencia serán implantados y cómo las reservas deberán ser ubicadas.
 - **Plan de contingencia:** son los pasos predefinidos a ser tomados si un evento de riesgo ocurre. Los planes de contingencia son generalmente parte del plan de administración de riesgos.
 - **Reservas:** es una provisión en el plan del proyecto para mitigar los riesgos de los costos o el calendario. El término es frecuentemente usado con un modificador (Ej.: reserva de administración, reserva de contingencia, reserva de calendario, etc.) para proveer detalles adicionales sobre qué tipos de riesgos están considerados a ser mitigados. El significado específico de los términos modificadores frecuentemente varía en cada área de aplicación. En adición el uso de una reserva, y la definición de qué puede ser incluido en esa reserva, es también una aplicación de un área específica.
 - **Acuerdos contractuales:** pueden ser seguros, servicios y otros conceptos apropiados para evitar ó mitigar amenazas. Los términos y condiciones contractuales tendrán un efecto significativo en el grado de reducción de riesgo.

4.8.4 Control de respuestas (control)

Es la ejecución del plan de administración de riesgos para responder a los eventos con riesgo durante el curso del proyecto. Cuando los cambios ocurren, el ciclo básico de la identificación, cuantificación y respuesta se repite. Es importante entender que el más completo y extenso análisis no puede identificar todos los riesgos y probabilidades correctamente; se requiere control e iteración.

Los resultados de esta etapa son:

- **Acciones correctivas.**

-
- **Actualización del plan de administración de riesgos:** conforme los eventos de riesgo anticipados ocurren o no, y conforme los eventos de riesgos actuales son evaluados, los estimados de probabilidades y valor así como otros aspectos del plan de administración de riesgos deben ser actualizados.

4.9 Contratación externa

Incluye los procesos requeridos para adquirir los bienes y servicios del exterior de la organización. Por simplicidad, los bienes y servicios se referirán al producto.

La administración del abastecimiento se discute desde la perspectiva del comprador en la relación de comprador-vendedor. Esta relación puede existir en diversos niveles en un proyecto. Dependiendo del área de aplicación, el vendedor puede ser llamado contratista, vendedor ó suministrador.

El vendedor administra típicamente su trabajo como un proyecto. En tales casos:

- El comprador llega a ser el cliente y es entonces un interesado clave para el vendedor.
- El equipo de administración del proyecto del vendedor debe estar enfocado con todos los procesos de administración del proyecto, no solamente con aquellos de su área de conocimiento.
- Los términos y condiciones del contrato llegan a ser el insumo clave de los procesos del vendedor.

La mayor parte de los conceptos son aplicables, no obstante, a los acuerdos formales en otras unidades de la organización. Cuando los acuerdos formales están involucrados, el proceso descrito en la administración de los recursos humanos del proyecto y en la administración de las comunicaciones del proyecto son aplicables.

4.9.1 Planeación del abastecimiento (planeación)

La planeación del abastecimiento es el proceso de identificar que las necesidades del proyecto pueden ser mejor satisfechas mediante la procura de productos o servicios externos a la organización del proyecto. Incluye la consideración de si es necesario el abastecimiento externo, cómo comprar, qué comprar, cuánto comprar y cuándo abastecerse.

Los resultados de esta etapa son:

- **Plan de administración de abastecimientos:** describe cómo los procesos de abastecimiento (desde la planeación de solicitudes hasta el cierre de los contratos) deben ser administrados.
- **Especificaciones:** describe las partidas en el detalle suficiente para permitir a los posibles vendedores determinar si son capaces de proveer los productos ó servicios. El detalle suficiente varía en función de la naturaleza de la partida, las necesidades del comprador ó la forma esperada de contratación.

Las especificaciones deben ser tan claras, completas y factibles como sea posible. Deben incluir la descripción de cualquier servicio colateral que se requiera, tal como reportes de desempeño o soporte operacional post proyecto.

4.9.2 Planeación de requisiciones (planeación)

Se refiere a la preparación de los documentos necesarios para respaldar las solicitudes.

Los resultados de esta etapa son:

- **Documentos de abastecimiento:** utilizados para solicitar propuestas de posibles vendedores. Los términos de ofertas y cotización son generalmente usados cuando la decisión de selección de fuente está basada en el precio, mientras que el término propuesta se usa generalmente cuando no se hacen consideraciones meramente financieras. No obstante, los términos son usados frecuentemente en forma indistinta y se debe tener cuidado de no hacer supuestos acerca del término utilizado. Algunos

términos comunes para diferentes tipos de documentos de abastecimiento incluyen: invitación para oferta, requerimiento de propuesta, requerimiento de cotización, invitación para negociación y respuesta inicial de contratista.

Los documentos de abastecimiento deben estructurarse para facilitar respuestas exactas y completas desde la perspectiva de los vendedores. Deben incluir siempre las especificaciones, la descripción de la forma de respuesta deseada y de cualquier previsión contractual. Algunos o todos los contenidos y estructura de documentos de abastecimiento, particularmente aquellos preparados para agencias gubernamentales pueden ser definidos por regulaciones específicas.

- **Criterios de evaluación:** los criterios de evaluación se utilizan para calificar propuestas. Pueden ser objetivos o subjetivos. Los criterios de evaluación se incluyen frecuentemente como parte de los documentos de abastecimiento.

Los criterios de evaluación se pueden limitar al precio de compra si la partida de abastecimiento puede ser proveída de un número aceptable de fuentes. Cuando no es este el caso, otros criterios deben ser identificados y documentados para respaldar una evaluación integral. Por ejemplo:

- **Entendimiento de necesidades:** conforme se demuestra de la propuesta del vendedor.
- **Costo total del ciclo de vida:** producir al mínimo costo total posible (costo de compra más costos operativos)
- **Capacidad técnica:** el vendedor tiene ó se espera razonablemente que tenga las habilidades técnicas y el conocimiento necesarios.
- **Enfoque de la administración:** el vendedor tiene o se espera razonablemente que desarrolle procesos de administración y procedimientos para asegurar un proyecto exitoso.
- **Capacidad financiera:** el vendedor tiene ó puede razonablemente obtener los recursos financieros necesarios.

-
- **Actualización de especificaciones:** las modificaciones a uno ó mas especificaciones pueden ser identificadas durante la planeación de las solicitudes.

4.9.3 Requisiciones (ejecución)

Es la obtención de información (ofertas y propuestas) desde la perspectiva de los vendedores en cómo las necesidades del proyecto pueden ser alcanzadas. La mayoría del esfuerzo real en este proceso se gasta desde la perspectiva de los vendedores, normalmente sin costo para el proyecto.

El resultado de esta etapa es:

- **Propuestas:** son documentos preparados por el vendedor que describen la habilidad del vendedor y la voluntad de proveer los productos requeridos. Son preparadas de acuerdo con los requerimientos de los documentos relevantes de abastecimiento.

4.9.4 Selección (ejecución)

La selección de fuentes incluye la recepción de ofertas ó propuestas y la aplicación de los criterios de selección para seleccionar al proveedor. Este proceso es frecuentemente lineal:

- El precio puede ser el determinante inicial, pero el menor precio propuesto no es el menor costo si el vendedor es incapaz de entregar el producto en forma oportuna.
- Las propuestas están divididas en técnicas y comerciales, mismas que deben ser evaluadas separadamente.
- Varias fuentes se requieren para productos críticos

Los resultados de esta etapa son:

- **Contratos:** es un acuerdo mutuo que obliga al vendedor a proveer el producto ó servicio especificado y obliga al comprador a pagarlo. El contrato es una relación legal sujeto a las leyes. El acuerdo puede ser simple o complejo, usualmente, pero no siempre, refleja la simplicidad o complejidad del producto. Puede ser llamado, entre

otros nombres, contrato, acuerdo, subcontrato, orden de compra, ó carta de entendimiento. La mayoría de las organizaciones tienen políticas documentadas y procedimientos que definen quien puede firmar tales acuerdos en nombre de la organización.

Todos los documentos del proyecto están sujetos a cierta forma de revisión y aprobación, la naturaleza legal de un contrato, usualmente significa que esta sujeto a un proceso más extensivo de aprobación. En todos los casos, un primer enfoque del proceso de revisión y aprobación debe ser para asegurar que el lenguaje del contrato describe el producto o servicio que satisfará la necesidad identificada. En el caso de proyectos grandes, generados por entidades públicas, el proceso de revisión puede incluir una revisión pública del acuerdo.

4.9.5 Administración de contratos (ejecución)

Es el proceso de asegurar que el desempeño del vendedor cubre los requerimientos contractuales. En grandes proyectos con múltiples proveedores de productos y servicios, un aspecto clave de la administración de contratos es la administración de interfaces entre los diferentes proveedores. La naturaleza legal de la relación contractual hace imperativo que el equipo del proyecto sea consciente de las implicaciones legales de las acciones emprendidas cuando se administra un contrato.

La administración de un contrato incluye la aplicación de los procesos de administración apropiados a la relación contractual y la integración de las salidas de estos procesos en la administración total del proyecto. Esta integración y coordinación ocurrirá frecuentemente a diversos niveles cuando existen varios vendedores y diversos productos involucrados. Los procesos de administración del proyecto que deben ser aplicados incluyen:

- **Ejecución del plan del proyecto:** para autorizar al contratista a trabajar en el momento apropiado,
- **Reportes de desempeño:** para monitorear el costo del contratista, calendario y desempeño técnico,

-
- **Control de calidad:** para inspeccionar y verificar la conformidad de los productos del contratista,
 - **Control de cambios:** para asegurar que los cambios son adecuadamente aprobados y que todos aquellos con la necesidad de conocerlos están consientes de tales cambios.

La administración de los contratos también tiene un componente de administración financiera. Los términos de pago deben ser definidos en el contrato e incluir una vinculación entre el avance y la compensación.

Los resultados de esta etapa son:

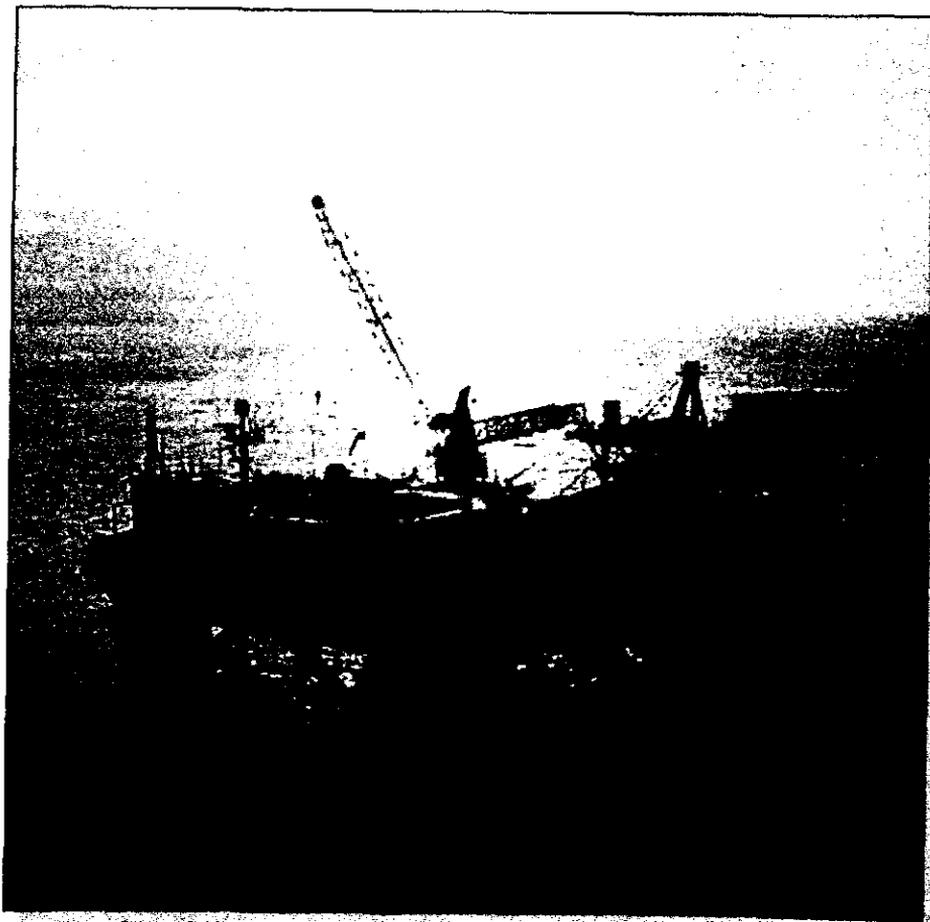
- **Correspondencia:** los términos y condiciones del contrato frecuentemente requieren de documentación escrita de ciertos aspectos de las comunicaciones del vendedor y el comprador, tales como avisos de desempeño no satisfactorio y cambios contractuales y aclaraciones.
- **Cambios contractuales:** cambios (aprobados y no aprobados) son alimentación para la adecuada planeación del proyecto y los procesos de abastecimiento y el plan del proyecto u otra documentación relevante es actualizada
- **Requerimientos de pago:** asume que el proyecto usa un sistema externo de pagos. Si el proyecto tiene su sistema interno, la salida aquí debería ser simplemente pagos.

4.9.6 Cierre de contrato (cierre)

El cierre de contrato es similar al cierre administrativo en el que se incluye tanto la verificación del producto y el cierre administrativo. Los términos y condiciones del contrato pueden señalar procedimientos específicos para el cierre de contratos. La terminación temprana de un contrato es un caso especial del cierre de contratos.

Los resultados de esta etapa son:

-
- **Expediente del contrato:** un conjunto completo de registros indexados debe ser preparado para incluirse en los registros finales del proyecto.
 - **Aceptación formal y cierre:** la persona u organización responsable de la administración del contrato debe proveer al vendedor con la nota formal escrita de que el contrato ha sido terminado. Los requerimientos para la aceptación formal y cierre son definidos normalmente en el contrato.



Capítulo V
Manual del sistema de calidad

5. Manual del sistema de calidad

Índice

	Tema	Revisión vigente	Fecha de emisión
	Prólogo		
5.1	Introducción		
5.2	Visión, Misión, Política de calidad y Objetivos de la calidad		
5.3	Estructura organizacional		
5.4	Sistema de gestión de calidad		
5.5	Responsabilidad de la dirección		
5.6	Gestión de recursos		
5.7	Realización del producto		
5.8	Medición, análisis y mejora		

Prólogo

El sistema de calidad de la empresa productora de petróleo posibilita el logro de la política de calidad: Entregar consistentemente productos y servicios requeridos por los clientes tanto internos como externos, con la calidad y oportunidad requeridas. El sistema de calidad está de acuerdo con los requisitos para sistemas de calidad establecidos en la norma ISO 9001:2000.

La sede del organismo (oficinas centrales) ostenta el liderazgo de la administración de las cuatro regiones, los cuatro proyectos estratégicos y la administración del nivel funcional. Es responsable de establecer la estrategia relativa a programas y actividades para alcanzar la misión, los objetivos y las metas para servir a sus clientes. El sistema de calidad implementa el plan de negocios de la empresa, el plan de operación anual y la administración de proyectos que forman la base de la forma en que se conducen los negocios de la empresa.

El manual del sistema de calidad aplica a toda la organización en un esfuerzo de implementación total e integración de las regiones operativas, proyectos y funciones de conformidad con los requerimientos de ISO 9001:2000 (NMX-CC-9001-IMNC-2000).

El manual del sistema de calidad no intenta duplicar o contradecir cualquier otra política, procedimiento ó guía. Como tal, el manual del sistema de calidad se referencia a los documentos actuales en los que se tocan temas que tienen que ver con la calidad y la cobertura se estima adecuada. La información que se provee es complementaria.

El representante de la dirección es el responsable del mantenimiento de este manual del sistema de calidad. La versión controlada del manual del sistema de calidad está disponible en la Intranet¹ del organismo, a través de la librería de documentación de las oficinas centrales para ISO 9001:2000 del sistema de calidad, con el fin de que esté accesible a toda la organización.

¹ http://www.empresa_productora_de_petroleo.mx

Por definición, cualquier versión impresa del manual del sistema de calidad no está bajo control. Las revisiones a este manual se harán conforme el sistema de calidad *madure*. Cualquier propuesta de revisión a este manual deberá ser remitida al representante de la dirección quien la propondrá al Comité de calidad para su autorización.

5.1 Introducción

Las actividades de la empresa productora de petróleo están establecidas en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, vigente a partir del 30 de noviembre de 1996 y por la Ley Orgánica publicada en el Diario Oficial el 16 de julio de 1992 y por medio de la cual se confieren a la empresa productora de petróleo las actividades estratégicas de identificar nuevas reservas así como la exploración y producción del petróleo y el gas natural; su transporte, almacenamiento en terminales y su comercialización.

Actualmente la empresa cuenta con activos por más de 230 mil millones de pesos, ventas anuales que exceden los 310 mil millones de pesos, 45 mil empleados y produce cerca de 3.5 millones de barriles de petróleo crudo equivalente. De esa producción casi la mitad se destina a la exportación.

El descubrimiento de nuevos yacimientos, está a cargo de los activos de exploración quienes son los responsables de los estudios geológicos, geofísicos y de ingeniería petrolera que son el sustento para la estimación de las reservas de hidrocarburos en los campos; siendo el punto de partida en la cadena productiva para la explotación de este tipo de recursos naturales.

Los activos de producción se encargan de la extracción del crudo, mismo que es enviado a través de ductos hacia las terminales marítimas del Golfo de México y el gas por gasoductos hacia las estaciones de compresión y distribución.

El aceite que se almacena en las terminales marítimas, parte se envía por medio de monoboyas que se encuentran a 20 Km costa afuera para su comercialización al extranjero y el restante hacia la estación de re-compresión y desvío, así como a todas las refinерías del país para su proceso y consumo nacional

Existen actividades importantes de apoyo que se requieren en el proceso productivo como son la inspección, el mantenimiento y la logística que son base fundamental para mantener las instalaciones en condiciones óptimas durante la explotación de hidrocarburos.

Existe la política orientada a mejorar las condiciones laborales y a fomentar una conciencia de seguridad en los trabajadores, respetando el medio ambiente y el entorno, con la finalidad de que todas las actividades de la industria petrolera se desarrollen de manera eficiente y acordes con las normas vigentes establecidas, apegadas a las políticas de seguridad industrial y protección ambiental.

5.2 Visión y Misión

5.2.1 Visión

La empresa productora de petróleo deberá ser reconocida como un proveedor de hidrocarburos serio y confiable, orientado a la satisfacción de los requisitos del cliente; que maneja sus recursos con alta productividad en todas sus actividades desde la incorporación de reservas hasta la producción y manejo de hidrocarburos. También debe ser identificada como una organización comprometida con el desarrollo de su personal y con la mejora continua de sus procesos y siempre respetuosa de las comunidades y el entorno ecológico en donde opera.

5.2.2 Misión

La empresa productora de petróleo es responsable de atender las necesidades de hidrocarburos primarios del país, buscando maximizar el valor económico a largo plazo de sus reservas de crudo y gas natural; desarrollar y explotar racionalmente los yacimientos, así como producir y manejar los hidrocarburos eficientemente y sin desperdicios. Estas actividades las realizará satisfaciendo las normas vigentes de seguridad industrial y protección ecológica y cumpliendo con las obligaciones adquiridas con los grupos de interés de la industria.

5.2.3 Política de calidad

“La empresa productora de petróleo opera en mercados de competencia. La búsqueda de la más alta calidad en los productos y servicios proporcionados a los clientes es esencial para su supervivencia y crecimiento a largo plazo. Este objetivo debe cumplirse al mismo tiempo que se evitan los desperdicios, se cuida el medio ambiente y se preserva la seguridad de las personas”

“La dirección de la empresa ha tomado la decisión de implantar y mantener un sistema de calidad integral, con el fin de satisfacer eficazmente los requerimientos de los clientes externos e internos, buscando siempre la mejora continua de la calidad”

5.2.4 Objetivos de la calidad

La alta dirección debe asegurarse de que los objetivos de la calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir los requisitos para el producto se establecen en las funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Los objetivos de la calidad deben ser medibles y coherentes con la política de la calidad.

5.2.5 Definiciones

Las siguientes definiciones se ofrecen para asistir al usuario en el entendimiento de la aplicación del proceso de administración de la calidad.

<u>Término</u>	<u>Definición</u>
ISO	Nombre corto para la International Organization for Standardization, una agencia internacional consistente de países miembros en la que cada uno tiene un voto igual.
Proceso	Conjunto de recursos interrelacionados y actividades que transforman las entradas en productos ó servicios. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipo, tecnologías y métodos
Producto	Aquél que es el resultado de actividades o procesos

<u>Término</u>	<u>Definición</u>
Sistema de calidad	Herramienta de administración que asegura que los productos y los servicios se ajustan a los requerimientos especificados
Servicio	El resultado generado por actividades en la interface entre la empresa y los clientes o en las actividades internas del organismo para satisfacer las necesidades de los clientes.
Proceso de administración	La base de la empresa para manejar sus asuntos efectiva y eficientemente

5.3 Estructura organizacional

La empresa productora de petróleo estableció un proceso de administración de la calidad que apoya el logro de los planes estratégicos orientados al cliente y que alinean sus actividades con su misión y objetivos concretos. El manual de organización define el sistema de dirección, incluyendo los roles y responsabilidades en toda la empresa.

La organización estableció su proceso de administración estratégico de conformidad con su ley orgánica. Esta ley se promulgó para mejorar el funcionamiento de la industria petrolera, requiriendo a sus organismos implantar actividades de planeación estratégica de largo plazo para medir efectivamente sus logros programáticos. La Ley Orgánica obliga a la empresa a establecer y articular su misión, metas y objetivos de corto y largo plazo y los indicadores para medir su funcionamiento. El resultado neto de estos esfuerzos es la publicación del Plan de Negocios (PN) y el programa Operativo anual (POA).

El Plan de Negocios detalla la misión del organismo, metas y objetivos, así como la misión metas y objetivos de cada área regional para un horizonte de diez años. El Programa operativo anual destaca las medidas seleccionadas para evaluar el progreso que el organismo intenta obtener en un año fiscal hacia el logro de sus objetivos.

5.3.1 Manual de organización

El manual de la estructura organizacional proporciona la misión y los organigramas aprobados para todas las áreas funcionales y operativas del organismo. Los roles y res-

ponsabilidades están definidos en base a tres áreas principales: funcionales, operativas y de proyectos.

El manual de organización establece lo siguiente:

- a) El marco de referencia de la administración estratégica,
- b) los roles y responsabilidades y la estructura organizacional,
- c) las líneas jerárquicas y de comunicación,

5.3.2 Administración del organismo

Las funciones principales están orientadas a asegurar la integridad, congruencia y aplicación de la estrategia de la empresa en sus ámbitos particulares. Sus principales objetivos son las metas de producción, el mantenimiento de la capacidad actual y la adquisición de capacidad adicional.

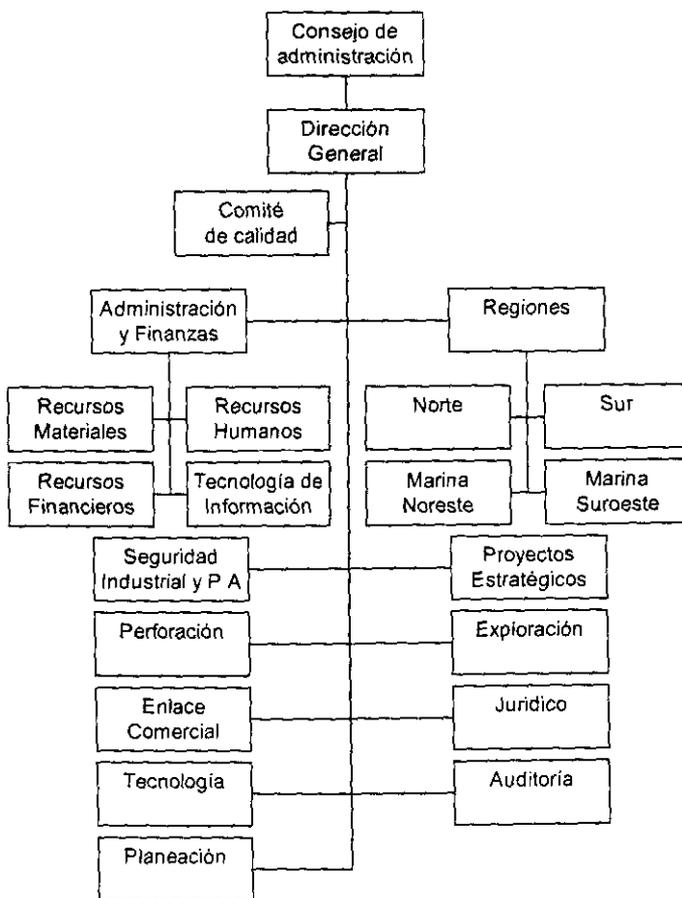
La empresa opera con criterios de rentabilidad y eficiencia económica. Su organización está conformada por tres áreas clave para el desarrollo de sus actividades:

- **Áreas funcionales.** Cuya responsabilidad es esencialmente el apoyo a las dos siguientes en aspectos tales como administración, finanzas y planeación.
- **Áreas de procesos.** Cuyo primer nivel de organización es a través de cuatro regiones, mismas que agrupan a diversos activos compuestos por varios campos de explotación. También incluye activos de exploración de recursos petroleros.
- **Áreas de proyectos.** Encargadas de la ejecución de proyectos estratégicos para la empresa.

Las áreas funcionales son: Administración y Finanzas, Planeación, Jurídico, Auditoría, Tecnología y Seguridad Industrial y Protección Ambiental. Las funciones de éstas áreas impactan a las áreas de procesos y a las de proyectos y sirven de soporte administrativo y normativo para el desarrollo de las actividades técnico-operativas. Estas funciones se

desarrollan principalmente en las oficinas centrales del organismo y en las cabeceras regionales.

Figura 5.1 Organización de la empresa



Las áreas de procesos comprenden las regiones y el área de enlace comercial cuyas operaciones están enfocadas al desarrollo del proceso productivo, desde la extracción de los hidrocarburos, su tratamiento, transporte, almacenamiento, mezcla y venta. En el caso particular de las regiones se tienen áreas de enlace administrativo con las áreas funcionales de las oficinas centrales para la debida coordinación de actividades. En cier-

tos casos, cuando los proyectos tienen un área de influencia restringida a una región en particular se coordinan directamente desde ésta, sin necesidad de estar bajo la responsabilidad de la coordinación de proyectos. El soporte administrativo para estas actividades proviene directamente de la *región correspondiente*. Las áreas de proyectos son: Exploración, Perforación y la Coordinación de Proyectos estratégicos. La orientación de éstas se dirige hacia el desarrollo de proyectos de inversión para el *mantenimiento y ampliación de la capacidad*. Al igual que las de procesos, cuentan con unidades administrativas propias que mantienen el enlace con las áreas funcionales de las oficinas centrales. El producto de las actividades de los proyectos pasa a formar parte del acervo de activos de las regiones. La estructura organizacional de primer nivel con que cuenta la empresa productora de petróleo es la que se muestra en la figura 5.1. La estructura típica de cada región es la que se muestra en la figura 5.2.

Figura 5.2 Organización regional



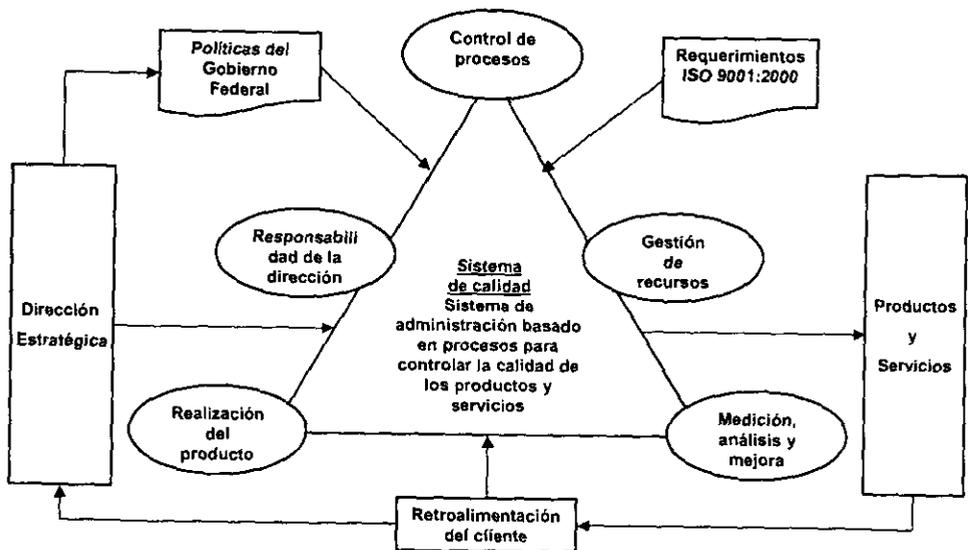
5.4 Sistema de gestión de calidad

5.4.1 Aspectos generales

Los productos y servicios de calidad que proporciona la empresa productora de petróleo, tanto internos como externos, para lograr el plan estratégico se proporcionan a través de la implementación de procesos efectivos, consistentes y repetibles. Las directrices del

El sistema de calidad de la empresa productora de petróleo es un sistema de administración basado en procesos, diseñado para controlar la calidad de sus productos y servicios clave. Además, el sistema de calidad está basado en diversas entradas porque se referencia y toma en consideración diversos requerimientos. Estas entradas constituyen la base de los requerimientos establecidos en los apartados 5.5 a 5.8. La figura 5.4 muestra las relaciones entre la entradas y salidas del sistema de calidad.

Figura 5.4 El sistema de calidad de la empresa productora de petróleo.



Inicialmente, el sistema descansa en la dirección estratégica del plan de negocios. Posteriormente, el sistema de calidad opera dentro de las restricciones definidas por las políticas del Gobierno Federal. Finalmente, el sistema es establecido de conformidad con los estándares mundialmente reconocidos de ISO 9001:2000. El sistema de calidad debe:

- Tomar en consideración los cuatro procesos de la norma ISO 9001:2000 en la forma y términos que sean aplicables a la empresa.
- Aplicar los elementos del sistema de tal forma que hagan sentido, añadan valor y promuevan la efectividad organizacional y la eficiencia

Los cuatro elementos del sistema de calidad (responsabilidad de la dirección, gestión de recursos, realización del producto y medición, análisis y mejora) determinan el éxito de cualquier sistema de calidad basado en procesos. En forma conjunta aseguran que el sistema sea comprensible, efectivo en producir productos ó servicios de alta calidad, y modificable conforme se busca la mejora continua.

Existen dos tipos de procesos en el sistema de calidad: procesos genéricos y procesos operativos. Cada uno se describe a continuación.

Procesos genéricos. Los procesos genéricos son aplicables a toda la organización. Deben desarrollarse para atender la necesidad de consistencia y repetibilidad en toda la empresa. Los procesos genéricos deben establecerse para asegurar que los productos y servicios proporcionados por la empresa son de la calidad requerida mediante la conformidad con los requerimientos del estándar de calidad de ISO 9001:2000. Los procedimientos son los siguientes:

- Manual del sistema de calidad
- Control de documentos
- Control de registros
- Auditorias internas de calidad
- Producto no conforme
- Acciones correctivas
- Acciones preventivas
- Capacitación del personal

En el apéndice 5.1 se muestran estos procedimientos, relacionados con los elementos del sistema de calidad que inciden en ellos.

Procesos específicos. Estos procesos son particulares a un área en particular. Se han dividido en tres grupos: funcionales, operativos y de proyectos. Algunos de los principales procesos de esta clasificación, se muestran en los apéndices 5.2 al 5.4.

Cada área de implantación del sistema de calidad debe establecer, documentar, implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia.

Cada área funcional, operativa y de proyectos debe, en el ámbito de su competencia:

- a) identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de su organización;
- b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos;
- c) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces;
- d) asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos;
- e) realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos; e
- f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

Las áreas mencionadas deben gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos del sistema de calidad establecido.

5.4.2 Requisitos de la documentación

La empresa productora de petróleo establece los documentos y datos que sustentan el sistema de calidad, los cuales están formulados para lograr la calidad de los productos (aceite, gas y condensados) y servicios (contratos, convenios y aspectos legales) que se ofrecen a los clientes.

Dentro del sistema de calidad existe una jerarquía de documentos, misma que se ilustra en la figura 5.5 y consiste en los siguientes niveles:

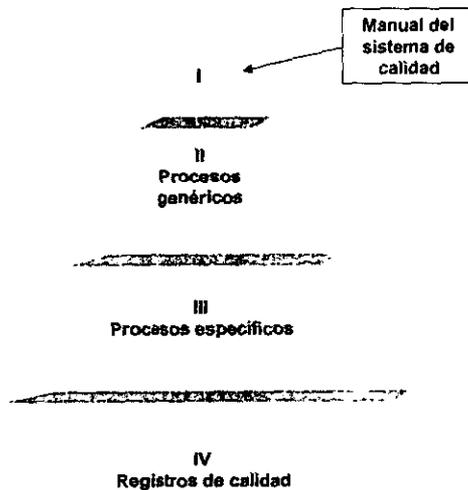
I nivel: Manual de calidad.

II nivel: Procedimientos genéricos del sistema de calidad

III nivel: Procedimientos específicos de los procesos.

IV nivel: Registros de calidad.

Figura 5.5 Estructura documental del sistema de calidad



5.4.2.1 Generalidades

En cada área funcional, operativa y de proyectos debe existir una copia controlada de los siguientes documentos:

- a) las política de la calidad y de objetivos de la calidad;
- b) el manual de la calidad;

-
- c) los procedimientos documentados requeridos por los procesos que se manejan en dicha área;
 - d) los documentos necesarios por dicha área para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos; y
 - e) los registros requeridos por este sistema de calidad

Los documentos señalados en el inciso d) pueden ser, sin limitarse a:

- Plan de negocios
- Programa Operativo Anual
- Manual de organización
- Administración de programas y proyectos
- Sistemas de gestión de calidad- Fundamentos y vocabulario ISO 9000:2000
- Sistemas de gestión de calidad- Requisitos ISO 9001:2000
- Sistemas de gestión de la calidad- Recomendaciones para la mejora del desempeño ISO 9004:2000
- Manual de procedimientos
- Manual de auditoria
- Manual de entrenamiento

5.4.2.2 Manual de calidad

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

-
- a) el alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión;
 - b) los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos; y
 - c) una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

El manual del sistema de calidad aplica a toda la organización. Específicamente, es de observancia obligatoria a las áreas regionales, de proyectos y a todas las áreas funcionales de la empresa. Este manual está diseñado para proveer información de la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para implantar el sistema de calidad en la empresa productora de petróleo, de conformidad con las políticas del Gobierno Federal, de la alta dirección de la empresa y los requerimientos de ISO 9001:2000. El manual del sistema de calidad está enfocado al "qué" y no al "cómo" atendiendo a las políticas generales y haciendo referencia a otros documentos ya existentes. Los procedimientos constituyen el mecanismo que describe el "cómo" el trabajo es realizado.

5.4.2.3 Control de documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos.

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- a) aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión;
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente;
- c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;

-
- d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso;
 - e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
 - f) asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución; y
 - g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

La empresa productora de petróleo designa a los responsables de establecer y mantener procedimientos documentados para controlar todos los documentos y datos del sistema de calidad, incluyendo los documentos de origen externo que apliquen.

Los documentos y datos son revisados y aprobados por personal autorizado antes de ser emitidos. Los responsables establecen procedimientos donde se identifica el estado de revisión vigente de los documentos a fin de impedir el uso de documentos obsoletos y/o invalidados.

Estos controles aseguran que:

- a) Las ediciones pertinentes de los documentos apropiados están disponibles en una lista maestra y en el sistema electrónico (intranet) en donde se identificará la última versión aprobada del documento y que debe corresponder a la que se encuentre en uso, donde se efectuarán las operaciones esenciales para el funcionamiento efectivo del sistema de calidad.
- b) Los documentos inválidos y obsoletos se deberán cancelar de inmediato en los puntos de uso, previniendo con esto su utilización no intencional.
- c) Los documentos obsoletos, retenidos para efectos legales y/o para la preservación de conocimientos, son identificados adecuadamente.

Los cambios de los documentos y datos son revisados y aprobados por las mismas dependencias que los elaboraron y aprobaron originalmente, teniendo estas dependencias

acceso a la revisión y aprobación del cambio y la información de respaldo en que se fundamenta. La naturaleza de los cambios está identificada en los documentos.

Las dependencias responsables controlarán los documentos y datos electrónicos por medio de una clave electrónica (password) en los sistemas informáticos.

5.4.2.4 Control de registros

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben establecer y mantener procedimientos documentados para identificar, compilar, codificar, acceder, archivar, almacenar, conservar y disponer de los registros de calidad, pertinentes e indispensables.

Los registros deben ser conservados adecuadamente para demostrar la conformidad con los requisitos especificados y la operación efectiva del sistema de calidad. Los registros de calidad pertinentes de los proveedores deben formar parte de esta documentación.

Todos los registros de calidad deben ser legibles, almacenados y conservados en forma tal que puedan recuperarse fácilmente en lugares que tengan condiciones ambientales que prevengan daño o deterioro y eviten su pérdida. Se establece y registra el tiempo que deben conservarse los registros de calidad.

Si así se establece en los contratos, los registros de calidad deben estar disponibles para su evaluación por parte del cliente o de su representante durante un período de tiempo previamente convenido, para que puedan ser consultados.

Los registros pueden estar en la forma de copia en papel, en medios electrónicos ó cualquier otro medio conveniente.

5.5 Responsabilidades de la dirección

El Director General es el encargado del sistema de calidad. Mientras que el director general tiene la más alta autoridad y responsabilidad para establecer y mantener el sistema de calidad, los subdirectores ejecutivos tienen la autoridad y responsabilidad cotidiana para su implementación. Todos los empleados deben comprender y cumplir con el sistema de calidad y las políticas de calidad. Los encargados de las áreas centrales pueden delegar la autoridad para el sistema de calidad, pero mantienen la responsabilidad.

Las descripciones individuales documentan las responsabilidades y autoridad de todo el personal cuyo trabajo afecta la calidad de los productos y servicios. Los perfiles organizacionales están documentados en los manuales de organización.

El Director General es responsable de proveer los recursos necesarios, incluyendo personal capacitado; para el desempeño del trabajo de administración; y para la verificación de actividades, incluyendo las auditorías internas de calidad.

5.5.1 Compromiso de la dirección

La alta dirección, a través de los responsables de la calidad de las áreas funcionales, de proyectos y de procesos deben comunicar y dejar evidencias de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia. Para ello es necesario que:

- a) comuniquen a su organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios;
- b) establezcan la política de la calidad;
- c) aseguren que se establecen los objetivos de la calidad;
- d) lleven a cabo las revisiones por la dirección en su ámbito de influencia; y
- e) aseguren la disponibilidad de recursos.

5.5.2 Enfoque al cliente

El responsable de la calidad de cada área funcional, de proyectos y de procesos deben asegurarse de que los requisitos del cliente se determinan y se cumplen con el propósito de aumentar su satisfacción.

5.5.3 Política de calidad

El responsable de la calidad de cada área debe asegurarse de que la política de la calidad:

- a) es entendida y aplicada a la organización;
- b) reviste un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad;
- c) proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad;
- d) es comunicada y entendida dentro de la organización; y
- e) es revisada para su continua adecuación.

5.5.4 Planificación

5.5.4.1 Objetivos de la calidad

Es necesario que en cada área funcional, operativa y de proyectos se establezcan los objetivos de calidad en las unidades y niveles adecuados, y que dichos objetivos sean congruentes con la política de calidad establecida y queden enmarcados dentro de la misión y visión establecidas para el organismo.

5.5.4.2 Planificación del sistema de gestión de la calidad

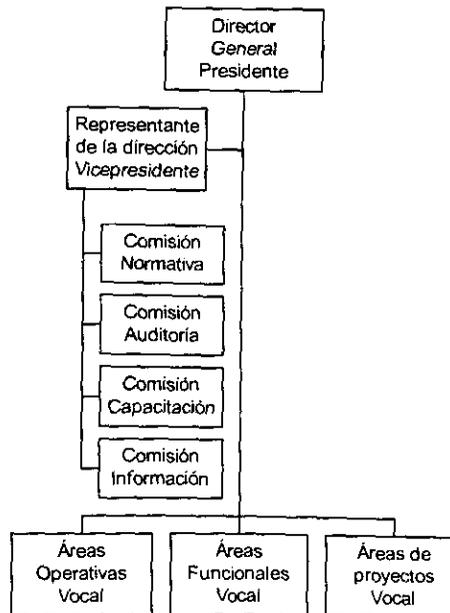
Los responsables de las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben asegurarse de que:

-
- a) la planificación del sistema de gestión de la calidad se realiza con el fin de cumplir los requisitos citados en 5.4.1, así como con los objetivos de la calidad; y
 - b) se mantiene la integridad del sistema de gestión de la calidad cuando se planifican e implementan cambios en éste.

5.5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación

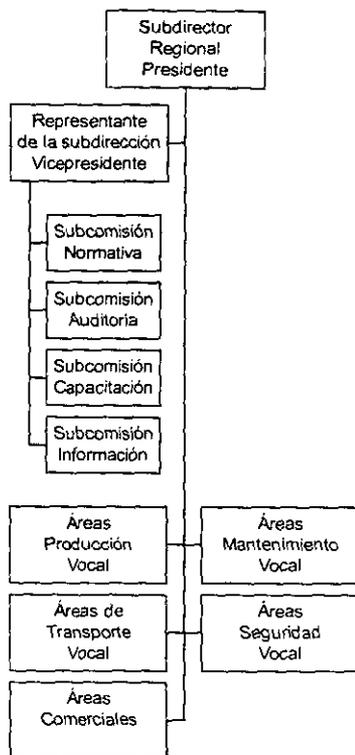
La organización del Comité de calidad es la siguiente:

Figura 5.6 Comité de calidad



Las estructura de los Subcomités de calidad de las áreas operativas, de proyectos y funcionales son las siguientes:

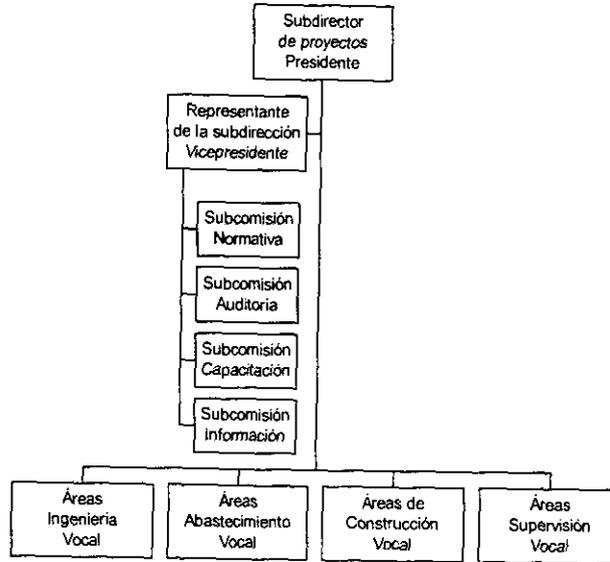
Figura 5.7 Subcomités de calidad de áreas operativas



5.5.5.1 Responsabilidad y autoridad

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro de la organización.

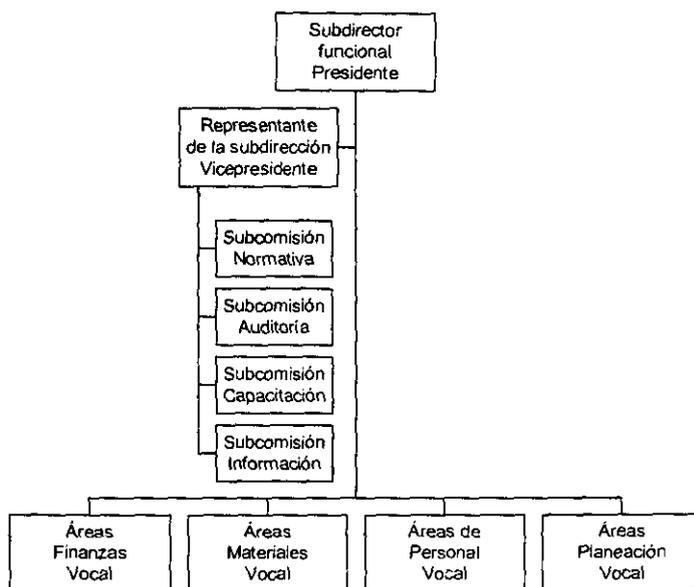
Figura 5.8 Subcomités de calidad de áreas de proyectos



Responsabilidades del Director:

- a) Autorizar la emisión del presente manual así como las revisiones subsecuentes.
- b) Proveer los recursos necesarios para el desarrollo, implantación y mantenimiento del sistema de calidad.
- c) Establecer y mantener la implantación de la Política y Objetivos de Calidad para toda la organización. Designar a los miembros, así como al representante (Vicepresidente) del Comité Permanente de Calidad.
- d) Revisar mensualmente el grado de cumplimiento de las directrices establecidas en el Manual del sistema de calidad.

Figura 5.9 Subcomités de calidad de áreas funcionales



Responsabilidad de los responsables de las áreas funcionales, de proyectos y de procesos:

- a) Diseñar, desarrollar, implantar y vigilar el funcionamiento de los sistemas de calidad en sus áreas respectivas, de acuerdo con las directrices del presente manual, los requisitos de las normas de calidad ISO 9001:2000, así como la normatividad interna de la empresa aplicable y otras directrices emitidas por el Comité Permanente de Calidad.
- b) Autorizar y llevar a cabo el programa de auditorias de su entidad, así como de recibir el informe correspondiente, conservarlo y dar seguimiento a las acciones correctivas, reportando las evaluaciones correspondientes al Comité Permanente de Calidad.

-
- c) Programar, presupuestar y proveer los recursos necesarios para la capacitación a todos los integrantes de sus dependencias.

Responsabilidades del Comité de calidad:

- a) Mantener vigente el sistema de calidad y revisarlo bimestralmente para realizar las mejoras y/o actualizaciones necesarias que apliquen, conforme a la normatividad vigente.
- b) Vigilar, revisar, supervisar, controlar y dirigir los esfuerzos hacia los aspectos que afecten la calidad de los productos y servicios.
- c) Autorizar el Programa de auditorías de calidad de las dependencias, asegurar que estas se lleven a cabo de acuerdo a los programas establecidos y de mantener los registros de las desviaciones encontradas en las dependencias.

Responsabilidades del Vicepresidente del comité permanente de calidad (Representante de la dirección):

- a) Revisar las directrices que se establecen en el Manual del sistema de calidad.
- b) Mantener actualizado y buscar la mejora continua del Sistema de calidad.
- c) Informar al Director General, así como al Comité de Calidad sobre el avance de la implantación del sistema de calidad y su operación.
- d) Dar seguimiento a la implantación de los sistemas de calidad de las dependencias, así como a la operación y mantenimiento.
- e) Llevar el control del programa y ejecución de las auditorías internas de calidad de cada una de las dependencias, conservando las evaluaciones e informes de las mismas.
- f) Coordinar con las dependencias la capacitación del personal apeándose a los programas emitidos en sus sistemas de calidad.

-
- g) Determinar en el manual de organización al personal que dirige, realiza y verifica cualquier trabajo que incida en la calidad y que pertenezcan a las dependencias. Este manual es controlado y mantenido por el Comité permanente de calidad.

5.5.5.2 Representante de la dirección

La alta dirección debe designar un miembro de la dirección quien, con independencia de otras responsabilidades debe tener la responsabilidad y autoridad que incluya:

- a) asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad;
- b) informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión de la calidad y de cualquier necesidad de mejora; y
- c) asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.

La Dirección General de la empresa productora de petróleo designa al Vicepresidente del Comité de calidad como representante de la dirección con autoridad para:

- a) Asegurar que el sistema de calidad de la empresa es establecido, implantado y mantenido de conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001:2000
- b) Efectuar o delegar la evaluación de las no conformidades detectadas en el producto, proceso y/o sistema de calidad y sus proveedores.
- c) Efectuar ó delegar la implantación o dirección de cualquier acción correctiva o preventiva que se proponga para eliminar las no conformidades en el producto, proceso y/o sistema de Calidad.
- d) Fungir como el representante de la dirección ante las organizaciones, empresas, corporaciones y entidades gubernamentales nacionales o extranjeras, que requieran conocer el estado que guarda la implantación y mantenimiento del sistema de Calidad.

5.5.5.3 Comunicación interna

La alta dirección debe asegurarse de que se establecen los *procesos de comunicación apropiados dentro de la organización* y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

El representante de la *dirección, conjuntamente con los responsables de las áreas específicas*, serán los encargados, en forma coordinada, de dar a conocer a la organización los temas de calidad, usando los *medios de comunicación disponibles, especialmente los informáticos (intranet y correo electrónico)*. Igualmente, deben asegurarse de que se establecen los *procesos de comunicación apropiados dentro de su organización* y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

5.5.6 Revisión por la dirección

5.5.6.1 Generalidades

La alta dirección debe, a intervalos planificados, revisar el sistema de gestión de la calidad de la organización, para asegurarse de su *conveniencia, adecuación y eficacia continuas*. La revisión debe incluir la evaluación de las oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión de la calidad, incluyendo la política de la calidad y los objetivos de la calidad.

Deben mantenerse registros de las revisiones por la dirección.

El director determina que en los meses de enero y julio se debe efectuar una revisión del Sistema de calidad con la finalidad de:

- a) Tener conocimiento del grado de cumplimiento de la calidad y servicio ofrecido al cliente final.
- b) Comprobar la implementación y cumplimiento de la política y objetivos de calidad.
- c) Conocer la eficacia y eficiencia del sistema de calidad.

5.5.6.2 Información para la revisión

La información de entrada para la revisión por la dirección debe incluir:

- a) resultados de auditorías;
- b) retroalimentación del cliente;
- c) desempeño de los procesos y conformidad del producto;
- d) estado de las acciones correctivas y preventivas;
- e) acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas;
- f) cambios que podrían afectar al sistema de gestión de la calidad; y
- g) recomendaciones para la mejora

El director debe realizar el Sistema de calidad analizando al menos los siguientes documentos:

- a) Informes de las auditorias de calidad
- b) Documentos necesarios para mostrar el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos.
- c) Reportes de las quejas de los clientes
- d) Reportes del estado que guardan las no conformidades encontradas en el sistema de calidad.
- e) Reporte de la capacitación aplicada al personal.
- f) Actas de reunión de las juntas mensuales que reflejan los resultados del sistema de calidad.
- g) Cualquier otro documento o dato que él juzgue conveniente.

5.5.6.3 Resultados de la revisión

Los resultados de la revisión por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones relacionadas con:

- a) la mejora de la eficacia del sistema de gestión de la calidad y sus procesos;
- b) la mejora del producto en relación con los requisitos del cliente; y
- c) las necesidades de recursos.

5.6 Gestión de recursos

5.6.1 Provisión de recursos

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe identificar y proporcionar los recursos necesarios para:

- a) implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia; y
- b) aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

5.6.2 Recursos humanos

5.6.2.1 Generalidades

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

5.6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe:

- a) determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto;
- b) proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades;

-
- c) evaluar la eficacia de las acciones tomadas;
 - d) asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad; y
 - e) mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

La empresa productora de petróleo establece y mantiene procedimientos documentados para identificar las necesidades de formación y capacitación a todo el personal que realiza actividades que afectan a la calidad.

Las dependencias responsables de la capacitación deberán seleccionar a los proveedores confiables con el fin de asegurar su implantación efectiva y en caso de existir desviaciones se tomen las acciones correctivas y preventivas necesarias.

El personal que realiza tareas asignadas de manera específica, debe estar calificado mediante la educación apropiada, capacitación o experiencia, según se requiera.

Se mantienen registros apropiados relativos a la capacitación del personal y se definen revisiones periódicas para evaluar su efectividad con el fin de programar las acciones de mejora.

El responsable de capacitación establece programas de seguimiento y verificación para asegurar la debida aplicación de los requisitos de capacitación.

5.6.3 Infraestructura

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable:

- a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados;
- b) equipo para los procesos, (tanto hardware como software); y

c) servicios de apoyo tales (como transporte o comunicación).

5.6.4 Ambiente de trabajo

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe determinar y gestionar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

5.7 Realización del producto

5.7.1 Planificación de la realización del producto

La empresa productora de petróleo a través de cada área de proyectos, funcional y operativa debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

Durante la planificación de la realización del producto, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- a) los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto;
- b) la necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto;
- c) las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo; y
- d) los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos.

El resultado de esta planificación debe presentarse de forma adecuada para la metodología de operación de la organización.

5.7.2 Procesos relacionados con el cliente

5.7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe determinar:

- a) los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma;
- b) los requisitos no establecidos por el cliente pero necesarios para el uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido;
- c) los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto; y
- d) cualquier requisito adicional determinado por la organización.

5.7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben revisar los requisitos relacionados con el producto. Esta revisión debe efectuarse antes de que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente (por ejemplo envío de ofertas, aceptación de contratos o pedidos, aceptación de cambios en los contratos o pedidos) y debe asegurarse de que:

- a) están definidos los requisitos del producto;
- b) están resueltas las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente; y
- c) la organización tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.

Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión y de las acciones originadas por la misma (véase 4.2.4).

Cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de los requisitos, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben confirmar los requisitos del cliente antes de la aceptación.

Cuando se cambien los requisitos del producto, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben asegurarse de que la documentación pertinente sea modificada y de que el personal correspondiente sea consciente de los requisitos modificados.

Los designados responsables deben establecer y mantener procedimientos documentados para la revisión de los contratos, convenios o requerimientos legales que se tengan con los clientes externos e internos para la coordinación de las actividades relacionadas.

Antes de la presentación de los contratos, convenios o requerimientos legales, estos serán revisados por las dependencias responsables a fin de asegurar que:

- a) Los compromisos de producción y entrega están definidos y documentados adecuadamente y son emitidos por ambas partes antes de su aceptación.
- b) Cualquier diferencia entre lo solicitado y lo ofertado será resuelto.
- c) Las dependencias responsables tienen capacidad para cumplir con los requerimientos de los clientes externos e internos.

Cada área de proyectos, funcional y operativa debe identificar las modificaciones de los contratos, convenios o requerimientos legales y transferir éstos a las dependencias relacionadas dentro de su organización.

Los responsables de las áreas de proyectos, funcionales y operativas, deben tomar y conservar los registros de la revisión y seguimiento de los contratos, convenios o requerimientos legales.

5.7.2.3 Comunicación con el cliente

La áreas de proyectos, funcionales y operativas deben determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a:

-
- a) la información sobre el producto;
 - b) las consultas, contratos o atención de pedidos, incluyendo las modificaciones; y
 - c) la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

5.7.3 Diseño y desarrollo

5.7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto. Durante la planificación del diseño y desarrollo las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben determinar:

- a) las etapas del diseño y desarrollo;
- b) la revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo; y
- c) las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben gestionar las interfaces entre los diferentes grupos involucrados en el diseño y desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.

Los resultados de la planificación deben actualizarse, según sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben designar responsables con el fin de establecer y mantener los procedimientos documentados, para controlar y verificar el diseño de sus productos y servicios, y con ello asegurar que se cumplan los requisitos especificados.

Esto debe llevarse a cabo considerando las siguientes pautas:

-
- a) Definir cómo se planifica y desarrolla el diseño, especificando la responsabilidad para su implantación por personal calificado y equipado con los recursos adecuados, actualizando los planes según la evolución del diseño.
 - b) Definir las interrelaciones organizacionales y técnicas, la información necesaria debe estar documentada, siendo transmitida y revisada regularmente.
 - c) Identificar y documentar los datos de entrada del diseño, relacionado con el producto incluyendo requisitos legales y regulatorios considerando la revisión del contrato.
 - d) Los resultados del diseño deben ser documentados de modo que puedan ser verificados y validados, haciendo referencia a los criterios de evaluación, identificando los que son cruciales para la seguridad y funcionamiento del producto (*operación, almacenamiento, manejo, mantenimiento y disposición final*).
 - e) Planear y llevar a cabo revisiones formales del diseño, dichas revisiones deben incluir representantes de todas las entidades involucradas.
 - f) Verificar la validación del diseño en las etapas apropiadas del mismo, realizando cálculos alternativos, comparando el diseño con otro similar si es posible.
 - g) Todas las modificaciones del diseño deben ser identificadas, documentadas, revisadas y autorizadas, antes de su implantación.

5.7.3.2 Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

Deben determinarse los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto y mantenerse registros. Estos elementos de entrada deben incluir:

- a) los requisitos funcionales y de desempeño;
- b) los requisitos legales y reglamentarios aplicables;
- c) la información proveniente de diseños previos similares, cuando sea aplicable; y
- d) cualquier otro requisito esencial para el diseño y desarrollo.

Estos elementos deben revisarse para verificar su adecuación. Los requisitos deben estar completos, sin ambigüedades y no deben ser contradictorios.

5.7.3.3 Resultados del diseño y desarrollo

Los resultados del diseño y desarrollo deben proporcionarse de tal manera que permitan la verificación respecto a los elementos de entrada para el diseño y desarrollo y deben aprobarse antes de su liberación.

Los resultados del diseño y desarrollo deben:

- a) cumplir los requisitos de los elementos de entrada para el diseño y desarrollo;
- b) proporcionar información apropiada para la compra, la producción y la prestación del servicio;
- c) contener o hacer referencia a los criterios de aceptación del producto; y
- d) especificar las características del producto que son esenciales para el uso seguro y correcto.

5.7.3.4 Revisión del diseño y desarrollo

En las etapas adecuadas, deben realizarse revisiones sistemáticas del diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado:

- a) evaluar la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos; e
- b) identificar cualquier problema y proponer las acciones necesarias.

Los participantes en dichas revisiones deben incluir representantes de las funciones relacionadas con la(s) etapa(s) de diseño y desarrollo que se está(n) revisando. Deben mantenerse registros de los resultados de las revisiones y de cualquier acción necesaria.

5.7.3.5 Verificación del diseño y desarrollo

Se debe realizar la verificación, de acuerdo con lo planificado, para asegurarse de que los resultados del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo. Deben mantenerse registros de los resultados de la verificación y de cualquier acción que sea necesaria.

5.7.3.6 Validación del diseño y desarrollo

Se debe realizar la validación del diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado, para asegurarse de que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su aplicación especificada o uso previsto, cuando sea conocido. Siempre que sea factible, la validación debe completarse antes de la entrega o implementación del producto. Deben mantenerse registros de los resultados de la validación y de cualquier acción que sea necesaria.

5.7.3.7 Control de los cambios del diseño y desarrollo

Los cambios del diseño y desarrollo deben identificarse y deben mantenerse registros. Los cambios deben revisarse, verificarse y validarse, según sea apropiado y aprobarse antes de su implementación. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto ya entregado.

Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión de los cambios y de cualquier acción que sea necesaria.

5.7.4 Compras

5.7.4.1 Proceso de compras

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben asegurarse de que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. El tipo y alcance del control aplicado al proveedor y al producto adquirido debe depender del impacto del producto adquirido en la posterior realización del producto o sobre el producto final.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse los criterios para la selección, la evaluación y la reevaluación. Deben mantenerse los registros de los resultados de las evaluaciones y de cualquier acción necesaria que se derive de las mismas.

5.7.4.2 Información de las compras

La información de las compras debe describir el producto a comprar, incluyendo, cuando sea apropiado:

- a) requisitos para la aprobación del producto, procedimientos, procesos y equipos;
- b) requisitos para la calificación del personal; y
- c) requisitos del sistema de gestión de la calidad.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben asegurarse de la adecuación de los requisitos de compra especificados antes de comunicárselos al proveedor.

Los documentos de compra deben contener datos que describan claramente el producto solicitado, incluyendo donde sea aplicable:

- a) Tipo, clase, grado, marca, modelo u otra identificación precisa.
- b) Una identificación adecuada y la edición aplicable de las especificaciones, dibujos, requisitos de proceso, instrucciones de inspección y otros datos técnicos relevantes, incluyendo los requisitos para aprobación o calificación del producto, procedimientos, equipos de proceso y personal.
- c) Denominación, número y edición de la norma del sistema de calidad que debe aplicarse.

Los responsables designados deben revisar y aprobar los documentos de compra para la adecuación de los requisitos especificados antes de su emisión.

5.7.4.3 Verificación de los productos comprados

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben designar responsables para llevar a cabo lo siguiente:

- a) Verificar, cuando aplique, el producto comprado en las instalaciones del proveedor, especificando los acuerdos de verificación y el método de liberación del producto en los documentos de compra.
- b) Cuando se especifique, se concede el derecho al cliente de la empresa productora de petróleo para verificar en las instalaciones de los proveedores sin que esta verificación sea evidencia del control efectivo de la calidad de los proveedores. La verificación que se efectúe por el cliente no quita la responsabilidad de la empresa de suministrar productos y/o servicios aceptables ni impedir rechazos subsecuentes por el cliente.

5.7.5 Producto y prestación del servicio

5.7.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:

- a) la disponibilidad de información que describa las características del producto;
- b) la disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario;
- c) el uso del equipo apropiado;
- d) la disponibilidad y uso de dispositivos de seguimiento y medición;
- e) la implementación del seguimiento y de la medición; y,
- f) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

Los responsables designados por las área de proyectos, funcionales y operativas deben identificar y planear los procesos de producción y servicios que afecten la calidad de su (s) producto (s), a fin de asegurar que estos procesos se llevan a cabo bajo condiciones controladas. Estas condiciones controladas incluyen, entre otras actividades, lo siguiente:

- a) Procedimientos documentados para definir la manera de producir, instalar y dar servicio, cuando la ausencia de tales instrucciones afecte la calidad.
- b) El uso de equipos de producción, instalación, servicios adecuados y condiciones de trabajo (en lugares ergonómicos) apropiados.
- c) El cumplimiento de las normas y códigos de referencia, los planes de calidad o los procedimientos documentados.
- d) La supervisión y control de los parámetros adecuados del proceso y las características del producto.
- e) La aprobación de los procesos y el equipo, de manera apropiada.
- f) Criterios claros y prácticos para la ejecución del trabajo (por ejemplo: especificaciones escritas, muestras representativas o ilustraciones).
- g) El mantenimiento adecuado del equipo para asegurar continuamente la capacidad del proceso.

5.7.5.2 Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben validar aquellos procesos de producción y de prestación del servicio donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben establecer las disposiciones para estos procesos, incluyendo, cuando sea aplicable:

- a) los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos;
- b) la aprobación de equipos y calificación del personal;
- c) el uso de métodos y procedimientos específicos;
- d) los requisitos de los registros; y
- e) la revalidación.

5.7.5.3 Identificación y trazabilidad

Cuando sea apropiado, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando la trazabilidad sea un requisito, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben controlar y registrar la identificación única del producto.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben designar a los responsables de establecer y mantener procedimientos documentados para identificar el producto por medios adecuados durante su recepción y durante las etapas de producción, almacenamiento y entrega.

Los responsables designados deben establecer y mantener estos procedimientos documentados para una identificación única de productos individuales o por lotes, con el fin de rastrearlos cuando esto sea aplicable.

5.7.5.4 Propiedad del cliente

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben cuidar los bienes que son propiedad del cliente mientras estén bajo el control de la organización o estén siendo utili-

zados por la misma. Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben identificar, verificar, proteger y salvaguardar los bienes que son propiedad del cliente suministrados para su utilización o incorporación dentro del producto. Cualquier bien que sea propiedad del cliente que se pierda, deteriore o que de algún otro modo se considere inadecuado para su uso debe ser registrado y comunicado al cliente.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas, cuando aplique, designan a los responsables de establecer y mantener procedimientos documentados para llevar el control de la verificación, almacenamiento y mantenimiento de los productos proporcionados por el (los) cliente (s) para que éstos sean incorporados dentro de los suministros ó para actividades relacionadas.

La verificación no absuelve al cliente de su responsabilidad de proveer a la empresa solo producto (s) aceptable (s). Las dependencias responsables deben establecer los métodos de inspección de los productos proporcionados por el cliente de acuerdo con el sistema de calidad, para asegurar que solamente se utilicen los productos que satisfagan las especificaciones.

5.7.5.5 Preservación del producto

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben preservar la conformidad del producto durante el proceso interno y la entrega al destino previsto. Esta preservación debe incluir la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección. La preservación debe aplicarse también, a las partes constitutivas de un producto.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas establecen y mantienen procedimientos documentados para controlar el manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega del producto.

Los designados responsables del manejo, suministran métodos de manejo que previenen el daño o deterioro de los productos.

Los responsables designados para las actividades de almacenamiento deben designar áreas o locales de almacenamiento para prevenir que los productos pendientes de uso o

entrega se dañen o deterioren. Los responsables deben establecer los métodos apropiados para autorizar la recepción y el despacho desde tales áreas.

Se debe evaluar, a intervalos apropiados, el estado del producto almacenado para detectar cualquier deterioro del mismo.

Los responsables designados deben controlar los procesos de empaque, embalaje y marcado (incluyendo los materiales empleados) de tal manera que se asegure la conformidad con los requisitos especificados.

Los responsables designados deben aplicar métodos apropiados para la conservación y segregación del producto, cuando el producto esté bajo su control.

Los responsables designados deben definir y documentar las medidas necesarias para proteger la calidad de los productos después de la inspección y pruebas finales. Cuando el (los) contrato (s) así lo estipulen, esta protección se extiende hasta la entrega de los productos a su destino final.

5.7.6 Control de los dispositivos de seguimiento y medición

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación;

-
- b) ajustarse o reajustarse según sea necesario;
 - c) identificarse para poder determinar el estado de calibración;
 - d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición; y
 - e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación.

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.

Los Responsables designados por las dependencias de las áreas de proyectos, funcionales y operativas establecen y mantienen procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba, incluyendo, si aplica, programas informáticos de prueba que son utilizados para demostrar la conformidad del producto y/o servicio con los requisitos especificados. Los equipos de inspección, medición y prueba se utilizan de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y es consistente con la capacidad de medición requerida.

5.8 Medición, análisis y mejora

5.8.1 Generalidades

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para:

-
- a) demostrar la conformidad del producto;
 - b) asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad; y
 - c) mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esto debe comprender la determinación de los métodos aplicables, incluyendo las técnicas estadísticas, y el alcance de su utilización.

5.8.2 Seguimiento de medición

5.8.2.1 Satisfacción del cliente

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

5.8.2.2 Auditoría interna

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben llevar a cabo a intervalos planificados auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad:

- a) es conforme con las disposiciones planificadas, con los requisitos de la norma ISO 9001:2000 y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización; y
- b) se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

Se debe planificar un programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Los auditores no deben auditar su propio trabajo.

Deben definirse, en un procedimiento documentado, las responsabilidades y requisitos para la planificación y la realización de auditorías, para informar de los resultados y para mantener los registros.

El responsable del área que esté siendo auditada debe asegurarse de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. Las actividades de seguimiento deben incluir la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.

Las actividades de seguimiento a las auditorías verifican y registran la implantación y efectividad de las acciones correctivas efectuadas.

Los resultados de las auditorías de calidad internas forman parte integral de los datos de entrada para las actividades de revisión de la dirección.

5.8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

5.8.2.4 Seguimiento y medición del producto

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas.

Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la(s) persona(s) que autoriza(n) la liberación del producto.

La liberación del producto y la prestación del servicio no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.

5.8.3 Control del producto no conforme

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada;
- b) autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente; y
- c) tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

Se deben mantener registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando ha comenzado su uso, las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben tomar las acciones apropiadas respecto a los efectos, o efectos potenciales, de la no conformidad.

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que se prevenga el uso o instalación no intencionada de los productos no conformes con los requisitos especificados. Este control inclu-

ye: identificación, documentación, evaluación, segregación (cuando sea conveniente) y la disposición del producto no conforme, así como la notificación a las dependencias que puedan afectar.

Solo las dependencias de las áreas de proyectos, funcionales y operativas y los designados en los procedimientos de "Producto no conforme", tienen la autoridad y la responsabilidad para la revisión y la disposición de dichos productos.

Los productos no conformes son revisados por los responsables para el manejo y disposición de los mismos, de acuerdo con procedimientos documentados y registro del suceso; El resultado de la revisión puede ser:

- a) Reprocesar para satisfacer los requisitos especificados,
- b) Aceptar con o sin reparación previa concesiones.
- c) Reclasificar para aplicaciones alternativas;
- d) Rechazar o desechar.
- e) evaluar y reinspeccionar.

Cuando aplique lo mencionado en el punto b) inmediato anterior, el uso o entrega de un producto y/o servicio no conforme con los requisitos especificados debe informarse al cliente o a su representante para solicitar su concesión. Se registrará la descripción de las no conformidades aceptadas y de las reparaciones efectuadas para indicar el estado real de los productos.

Los productos reparados y/o retrabajados son reinspeccionados en conformidad con los planes de calidad y/o procedimientos documentados.

La descripción de la no conformidad y de las reparaciones que se acepten, deben registrarse para indicar su condición y conservarse en un registro.

El personal responsable que realice la revisión deberá evaluar los efectos de la decisión sobre aspectos como la confiabilidad, funcionalidad y seguridad del producto.

5.8.4 Análisis de datos

La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir los datos generados del resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes.

El análisis de datos debe proporcionar información sobre:

- a) la satisfacción del cliente;
- b) la conformidad con los requisitos del producto;
- c) las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas; y
- d) los proveedores.

5.8.5 Mejora

5.8.5.1 Mejora continua

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

5.8.5.2 Acción correctiva

Las áreas de proyectos, funcionales y operativas deben tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes);

-
- b) determinar las causas de las no conformidades;
 - c) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir;
 - d) determinar e implementar las acciones necesarias;
 - e) registrar los resultados de las acciones tomadas; y
 - f) revisar las acciones correctivas tomadas.

Los procedimientos para las acciones correctivas deben incluir:

- a) El tratamiento eficaz de las reclamaciones de los clientes y los informes de las no conformidades de los productos;
- b) La investigación de las causas de las no conformidades relativas a: producto, proceso y al sistema de calidad, registrando los resultados de la investigación.
- c) La determinación de las acciones correctivas necesarias para eliminar la causa de las no conformidades;
- d) La aplicación de los controles que aseguren que las acciones correctivas sean efectuadas y que éstas sean efectivas.

5.8.5.3 Acción Preventiva

Las áreas operativas, funcionales y de proyectos deben determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) determinar las no conformidades potenciales y sus causas;
- b) evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades;

-
- c) determinar e implementar las acciones necesarias;
 - d) registrar los resultados de las acciones tomadas; y
 - e) revisar las acciones preventivas tomadas.

Los procedimientos para las acciones preventivas incluyen:

- a) El uso de las fuentes apropiadas de información tales como: los procesos y las operaciones de trabajo que afecten la calidad del producto, las concesiones, los resultados de las auditorías, los registros de calidad, los informes de servicios postventa y las reclamaciones de clientes, con el fin de detectar, analizar y eliminar las causas potenciales de las no conformidades;
- b) La determinación de los pasos necesarios para tratar cualquier problema que requiera acciones preventivas;
- c) La iniciación de las acciones preventivas y el establecimiento de los controles que aseguren su efectividad;
- d) Asegurar que la información pertinente sobre las acciones realizadas, se somete a revisión de la dirección.

Apéndice 5.1 Procesos genéricos

Documentos	Elementos del manual del sistema calidad																						
	4		5					6				7					8						
	Normas de calidad		Responsabilidad de la dirección					Oscaros y recursos				Evaluación de desempeño					Medición, análisis y mejora						
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
	Políticas organizacionales	Objetivos de calidad	Cometidos y responsabilidades	Roles y responsabilidades	Políticas de recursos	Procedimientos	Recursos humanos	Recursos materiales	Procedimientos de recursos	Recursos financieros	Infraestructura	Equipamiento	Procedimientos de evaluación	Procesos de evaluación	Declaración de alcance	Cumplimiento	Problemas y oportunidades	Control de documentación	Control de cambios	Seguimiento y medición	Control de procesos	Auditorías internas	Mejora

Procesos Genéricos

Manual del sistema de calidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Control de documentos	X	X																					X	X
Control de registros	X	X																					X	X
Auditorías internas de calidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Producto no conforme	X	X		X				X						X		X	X					X	X	X
Acciones correctivas	X	X	X	X				X	X		X			X			X		X			X	X	X
Acciones preventivas	X	X	X	X				X	X		X			X			X		X			X	X	X
Capacitación del personal	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X										X	X

Apéndice 5.2 Procesos específicos funcionales

Documentos	Elementos del manual del sistema calidad																						
	4		5					6				7					8						
	Sistema de Acreditación		Reconocimiento de la acreditación					Sistema de recursos				Normativas de procesos					Medición, análisis y mejora						
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
	Revisión del sistema de acreditación	Revisión del sistema de acreditación	Comunicación de acreditación	Reconocimiento de la acreditación	Revisión del sistema de acreditación																		
Áreas funcionales																							
Dirección General																							
Juntas de consejo	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Comités de dirección	X	X	X		X		X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Evaluaciones al desempeño	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Revisión del sistema de calidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Revisión de asignación presupuestal			X				X	X		X		X		X	X						X	X	
Administración y Finanzas																							
Recursos Humanos																							
Reclutamiento y selección	X		X		X			X	X			X									X	X	
Evaluación del desempeño	X		X	X		X	X	X		X			X					X	X		X	X	
Administración de personal activo	X							X	X		X										X	X	
Administración de personal jubilado									X												X	X	
Revisiónes sindicales			X		X		X	X	X		X										X	X	
Normas laborales			X		X	X	X	X		X		X	X								X	X	
Recursos Financieros																							
Formulación del presupuesto	X		X		X		X	X	X		X		X		X						X	X	
Ejecución del presupuesto	X		X				X	X	X		X			X							X	X	
Mando de tesorería	X		X					X						X				X	X		X	X	
Capitación de recursos	X		X				X	X													X	X	
Relaciones bancarias								X						X							X	X	

Documentos		Elementos del manual del sistema calidad																					
		4		5					6				7					8					
Estado de avance		Responsabilidad del responsable						Estado de recursos				Resolución de problemas						Medidas preventivas y correctivas					
1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
Resolución de problemas	Resolución de problemas	Com. Responsabilidad	Integración	Política de calidad	Planificación	Normas de calidad	Resolución de problemas	Procedimientos	Normas de calidad	Medidas preventivas	Medidas correctivas	Planificación de recursos	Planificación de recursos	Resolución de problemas	Comunicación	Planificación de recursos	Medidas preventivas	Medidas preventivas	Medidas preventivas	Medidas preventivas	Medidas preventivas	Medidas preventivas	Medidas preventivas

Áreas funcionales

Planeación financiera	X		X					X	X			X	X									X	X	X	
Normas financieras			X		X	X	X	X				X											X	X	
Información contable	X								X	X		X											X	X	

Recursos Materiales

Licitaciones	X																						X	X	X	X	X
Normas para compras			X			X	X	X								X									X	X	
Administración de contratos			X									X			X									X	X	X	
Control de almacenes										X		X													X	X	

Tecnología de información

Administración de arquitecturas	X							X	X													X	X		X	X	
Normas de tecnología de información				X	X	X	X																		X	X	
Administración de equipos y redes	X		X					X	X								X	X	X					X	X		
Administración de comunicaciones	X		X					X	X								X	X	X					X	X		
Administración de software	X							X	X								X	X	X					X	X		

Bienes y servicios

Administración del activo fijo	X		X					X	X	X												X	X		X	X
Servicios de transporte y de apoyo	X							X	X	X					X							X	X		X	X

Planeación

Evaluación de proyectos	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X			X								X	X		
Integración de programa operativo	X		X		X	X						X	X		X	X									X	X	

Documentos	Elementos del manual del sistema calidad																					
	4		5						6				7						8			
	Sistema de calidad		Responsabilidad de la dirección						Sistema de recursos				Ejecución del programa						Medidas, métodos y otros			
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Subsistema de gestión de la calidad	Política de calidad	Compromiso de la dirección	Objetivos de calidad	Política de gestión de la calidad	Plan de calidad	Organización de la gestión de la calidad	Procedimientos de la gestión de la calidad	Recursos humanos	Recursos materiales	Recursos financieros	Recursos tecnológicos	Planificación de la calidad	Preparación del programa de gestión de la calidad	Implementación del programa de gestión de la calidad	Control del programa de gestión de la calidad	Comunicación	Documentación	Medidas correctivas y preventivas	Control de los cambios	Medidas de mejora	Medidas de mantenimiento	

Áreas funcionales

Preparación plan de negocios	X		X	X	X	X		X	X		X	X	X	X								X	X
Negociación de presupuesto de inversión	X							X	X		X	X	X									X	X
Normas de planeación			X	X	X	X	X	X														X	X
Control de proyectos	X								X	X			X	X		X						X	X

Tecnología

Capacitación especializada	X		X	X	X	X		X	X	X		X	X					X	X		X	X
Búsqueda de tecnologías	X		X	X	X	X		X				X	X					X	X		X	X
Selección de tecnologías	X		X	X	X	X		X	X			X	X					X	X		X	X
Asimilación de tecnologías	X		X	X	X	X		X	X	X		X	X					X	X		X	X

Comercial

Balances de producción	X							X				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Logística de distribución	X		X					X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Almacenamiento	X		X					X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Contratos de venta	X		X	X				X				X	X			X		X	X	X	X	X	X
Control cargamentos	X		X					X	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X
Control de entregas a clientes nacionales	X		X	X				X				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X

Apéndice 5.3 Procesos áreas operativas

Documentos	Elementos del manual del sistema calidad																							
	4		5						6				7						8					
	Política de calidad		Responsabilidad de la dirección						Objetivo y recursos				Evaluación del desempeño						Satisfacción, clientes y proveedores					
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Com. interna	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	Revisión del sistema de gestión de la calidad	
Áreas operativas																								
Producción																								
Diseño de explotación	X		X					X	X				X		X				X	X			X	X
Operación de explotación	X		X	X	X	X		X	X		X		X	X		X			X	X			X	X
Evaluación de explotación	X							X	X					X					X	X			X	X
Control de riesgos	X							X	X		X			X	X	X			X	X			X	X
Almacenamiento																								
Acondicionamiento de crudo	X			X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mezclado	X			X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distribución	X			X		X		X	X		X		X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
Transporte																								
Entrega	X			X		X		X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Certificación de recibo de productos	X			X		X		X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medición	X			X		X		X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento																								
Reparación de pozos	X							X	X		X								X	X			X	X
Reentradas	X							X	X		X								X	X			X	X
Toma de registros	X							X	X		X								X	X			X	X
Instalaciones en tierra	X							X	X		X								X	X			X	X
Instalaciones en mar	X							X	X		X								X	X			X	X

Documentos

Elementos del manual del sistema calidad

4		5						6				7						8				
Sistema de calidad		Responsabilidad de la gerencia						Sistema de procesos				Planificación del producto						Medición, análisis y mejora				
1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Algoritmos de control	Requisitos de control	Formas de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control	Medios de control

Áreas operativas

Ductos	X							X		X		X						X	X		X	X
Obras	X							X		X		X						X	X		X	X
Equipo dinámico	X							X		X		X						X	X		X	X

Seguridad

Evaluación de instalaciones	X							X	X		X	X						X	X		X	X
Aseguradoras	X									X		X			X			X	X		X	X
Remediación ambiental	X							X	X			X	X	X				X	X		X	X
Prevenión de riesgos	X							X	X		X	X	X					X	X	X	X	X

Apéndice 5.4 Procesos de proyectos

Documentos	Elementos del manual del sistema calidad																							
	4		5						6				7						8					
	Sistema de calidad		Evaluación de riesgos						Sistema de calidad				Procesos de gestión						Mantenimiento y mejora					
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
Registros de calidad	Revisión del sistema de calidad	Control de cambios	Evaluación de riesgos	Plan de gestión de riesgos	Identificación de riesgos	Análisis de riesgos	Plan de respuesta a riesgos	Procedimientos de respuesta a riesgos	Revisión del sistema de calidad	Identificación de riesgos	Análisis de riesgos	Plan de respuesta a riesgos	Procedimientos de respuesta a riesgos	Revisión del sistema de calidad	Identificación de riesgos	Análisis de riesgos	Plan de respuesta a riesgos	Procedimientos de respuesta a riesgos	Mantenimiento y mejora	Revisión del sistema de calidad	Identificación de riesgos	Análisis de riesgos	Plan de respuesta a riesgos	Procedimientos de respuesta a riesgos

Proyectos

Exploración

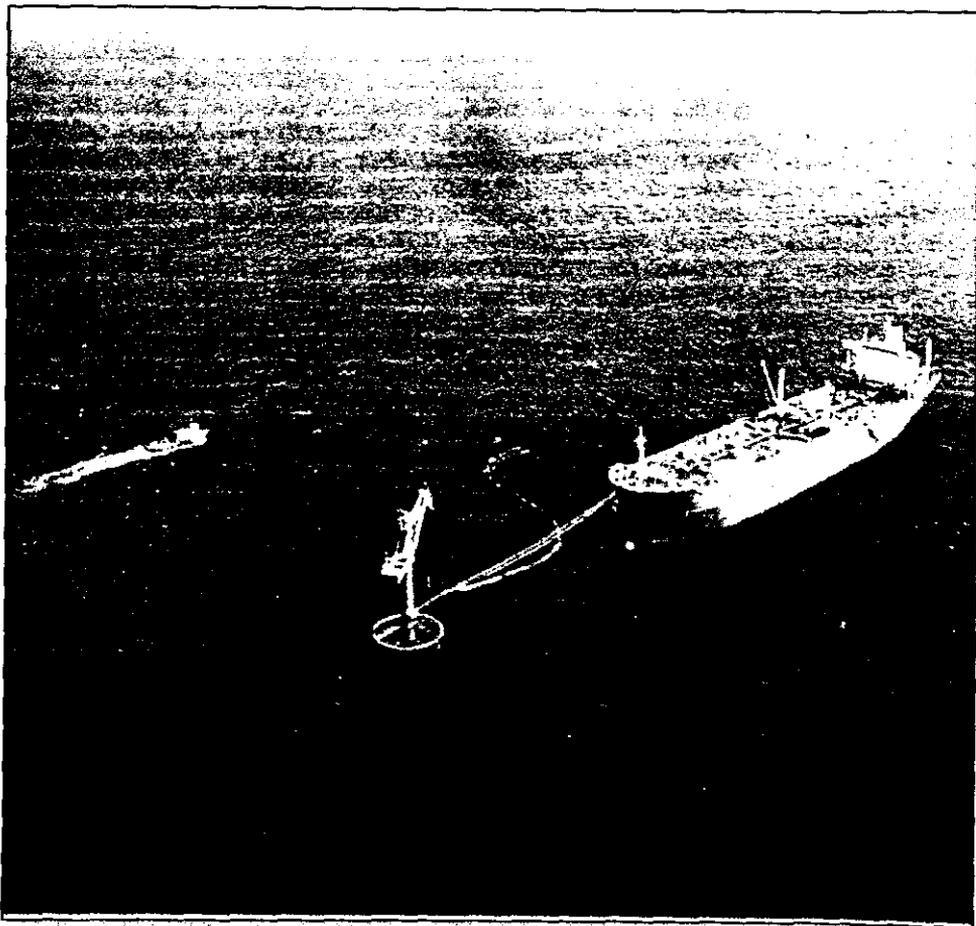
Evaluación del potencial	X			X				X	X				X	X				X	X	X			X	X
Incorporación de reservas	X			X				X	X		X		X	X					X	X			X	X
Caracterización de yacimientos	X			X				X	X		X		X					X	X	X			X	X
Delimitación de yacimientos	X			X				X	X		X		X					X	X	X			X	X

Perforación

Movimiento de equipos	X			X				X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Pozos marinos	X			X				X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Pozos lacustres	X			X				X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Pozos terrestres	X			X				X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Toma de registros	X			X				X	X		X	X	X					X	X	X			X	X
Reentradas	X			X				X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Cambios de intervalo	X			X				X	X		X	X	X					X	X	X			X	X

Proyectos

Ingeniería	X							X	X		X	X	X					X	X	X			X	X
Procura	X							X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Construcción	X							X	X		X	X	X					X	X			X	X	
Supervisión	X			X	X	X		X	X		X		X	X				X	X			X	X	
Entrega de obras	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X			X	X	



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones y recomendaciones

La normalización de la calidad a nivel internacional es un proceso irreversible que llegó para permanecer como punto de referencia en las relaciones comerciales. Es de esperarse que evolucione y que abarque diversas áreas de la administración de las empresas.

La certificación en las normas de calidad es legalmente voluntaria, pero el mercado y la globalización la están haciendo comercialmente obligatoria. No se podrán imaginar en el futuro transacciones con otros países que no tengan un contenido de certificación. Aún en los mercados regionales y locales tendrán necesariamente esta condición, en virtud de la fuerte interrelación de calidad entre proveedores y clientes.

Se antoja prudente e imprescindible que en países como el nuestro, en donde los esfuerzos hacia la calidad empezaron mucho después que en otras naciones, y que en algunos casos son nuestros socios comerciales, se induzca la calidad hacia atrás de la cadena de valor de suministradores de productos y servicios de una empresa como lo es la industria petrolera; ya que esta es una con actividad y peso relativo importante en la economía. En otros términos, nuestro país necesita locomotoras que jalen a las demás empresas a convertirse en actores económicos competitivos a nivel global.

Con ello, se propiciará una mejora importante en la calidad de vida de los mexicanos, así como la distribución del ingreso más justa y equitativa. Condición indispensable será la capacitación y formación del personal, en todos los ámbitos de la empresa, en las aptitudes y actitudes necesarias para garantizar la calidad de los productos y servicios que se proporcionan, tanto internamente hacia la empresa como hacia los clientes externos.

Entre más se pospongan los esfuerzos para incorporar estos nuevos enfoques y condiciones en los procesos de las empresas, más difícil será en el futuro asimilar la evolución natural y mayor cobertura de las normas de calidad.

En virtud de que la factibilidad de que estas normas sean adoptadas en la empresa depende esencialmente del responsable máximo de la empresa, los profesionales de la in-

geniería deben abocarse a la tarea del convencimiento y servir como agentes de cambio para lograr el compromiso de la alta dirección.

Por lo que toca a la implantación de un proyecto de calidad en una empresa productora de petróleo se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

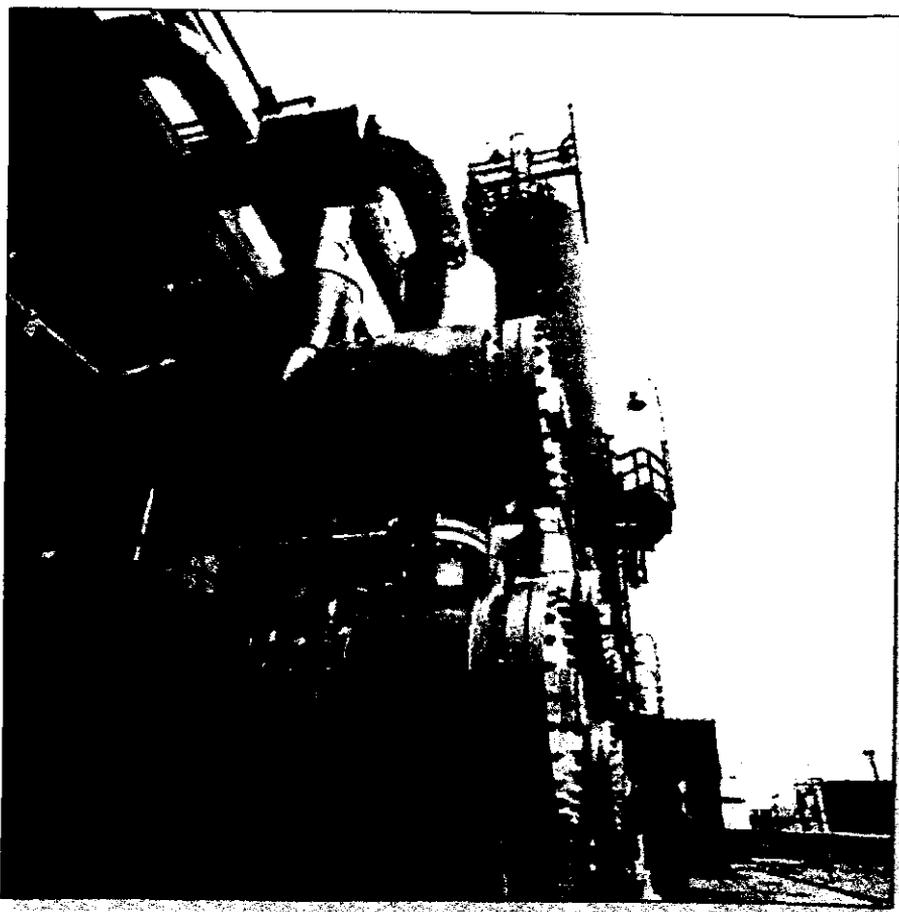
- El compromiso con la calidad de alta dirección de la empresa es un requisito indispensable para la implantación exitosa. Este compromiso deberá manifestarse con el pronunciamiento escrito; con la asignación de recursos para el proyecto (líder y grupo del proyecto) y con su revisión continua, durante la implantación y en la operación del sistema.
- La implantación de éste proyecto servirá para revisar la estructura organizacional y alinearla hacia los procesos de negocio que satisfacen los requisitos de la calidad. Además, se considera que el modelo de implantación puede utilizarse en otros temas de la industria ya que la documentación es necesaria en cualquier actividad para evidenciar que se cumple con los requisitos establecidos.
- Los costos de implantación de un sistema de calidad son irrelevantes para el tamaño y la capacidad de la empresa. Los beneficios son lo suficientemente importantes como para impulsar la adopción de un sistema de calidad en el organismo.
- Mención especial merece la capacitación del personal que es quien va a lograr los resultados buscados con el sistema de calidad. Su implantación es una oportunidad para encontrar nuevas formas de motivación y enriquecimiento del trabajo para las personas.

La implantación de un sistema de calidad basado en la norma ISO 9001:2000 es la estructura sobre la cual se debe fundamentar la administración por calidad en la empresa productora de petróleo, como un inicio para crear una cultura de calidad y lograr el mejoramiento continuo. ISO 9001:2000 representa la síntesis de las mejores prácticas de administración de la calidad, dentro del campo de la normalización, porque por primera vez existe una serie que representa el consenso mundial sobre las mejores prácticas administrativas para la calidad.

Como una recomendación importante se presenta una oportunidad de mejora en torno a los ocho principios básicos de la calidad, conforme se muestra en la siguiente tabla:

<u>Principio</u>	<u>ISO 9001</u>	<u>Oportunidad de mejora</u>
Organización orientada al cliente	Asegurar la conformidad con los requisitos definidos por el cliente.	Entender las necesidades y expectativas actuales y futuras. Propiciar la lealtad del cliente.
	Asegurar respuesta efectiva a la retroalimentación del cliente	Medir la satisfacción del cliente y actuar en consecuencia.
Liderazgo	Establecer y propagar la política y los objetivos verificables, proveer recursos y establecer un ambiente para la calidad.	Establecer la visión, dirección y valores compartidos.
		Establecer objetivos ambiciosos e implantar estrategias para alcanzarlos. Asesorar, facilitar e impulsar a la gente.
Participación personal	Establecer niveles de competencia, capacitar y calificar al personal.	Crear propiedad del personal de los objetivos de la organización, usando su conocimiento y experiencia, y a través de la educación lograr la participación en las decisiones operativas y en la mejora de los procesos.
	Establecer autoridad clara y responsabilidades.	
Enfoque de procesos	Establecer, controlar y mantener procesos documentados.	Identificar explícitamente a los clientes internos y externos y proveedores de los procesos.
		<i>Enfocar en el uso de los recursos en las actividades de procesos que conduzcan a un efectivo uso de la gente, equipo, métodos y materiales.</i>
Enfoque de sistemas	Establecer y mantener un sistema documentado de administración de la calidad, adecuado y efectivo.	Identificar el conjunto de procesos en el sistema.
		Entender sus interdependencias. Alinear los procesos con los objetivos de la organización. Medir

<u>Principio</u>	<u>ISO 9001</u>	<u>Oportunidad de mejora</u>
		resultados en relación con los objetivos clave.
Mejora continua	A través de las revisiones de la dirección, auditorías internas y externas y acciones preventivas y correctivas, continuamente mejorar la efectividad del sistema de administración de la calidad.	Establecer objetivos de mejora realistas y desafiantes, proveer recursos y proporcionar a la gente las herramientas, oportunidades y motivación para contribuir a la mejora continua de los procesos.
Enfoque de decisiones basado en hechos	Las decisiones de la dirección sobre el sistema de calidad están basadas en el análisis de hechos documentados e información obtenida de reportes de auditorías, productos no conformes, quejas de los clientes y otras fuentes.	Las decisiones y acciones se basan en el análisis de datos e información para maximizar la productividad y minimizar el desperdicio y retrabajo. El esfuerzo está puesto en la reducción de costos, mejora del desempeño y participación del mercado, a través del uso de las herramientas apropiadas y la tecnología.
Relaciones con los proveedores mutuamente benéficas	Definir adecuadamente y documentar los requerimientos a ser satisfechos por los subcontratistas. Revisar y evaluar su desempeño para controlar el suministro de productos y servicios de calidad.	Establecer alianzas estratégicas y asociaciones, asegurando la oportuna participación e involucramiento para definir los requerimientos para un desarrollo conjunto y la mejora de los productos, procesos y sistemas. Desarrollar confianza mutua, respeto y compromiso con la satisfacción del cliente y la mejora continua.



Bibliografía

Bibliografía

Temas de Calidad:

- **Rothery, Brian**
ISO 9000
Gower Publishing Company.
1998
- **Jackson, Peter y Ashton, David**
ISO 9000 BS 5750
Editorial Limusa, S.A. de C.V.
1999
- **Tabla, Guillermo**
Guía para Implementar la Norma ISO 9000
McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
1998
- **Folgar, Oscar Francisco**
ISO 9000 Aseguramiento de la Calidad
Ediciones Macchi
1998
- **Elizondo Decanini, Alfredo**
Manual ISO-9000
Ediciones Castillo
1999
- **Taormina, Tom**
ISO 9000 Liderazgo Virtual
Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
1997

Temas de la Industria Petrolera:

- Pemex-Exploración y Producción
Las Reservas de Hidrocarburos de México
1999
- Gerencia de Información y Relaciones Públicas de Petróleos Mexicanos.
El Petróleo.
1984.
- Gray, Forest
Petroleum Production for the Non-Technical Person.
Penn Well Books
1986.
- Petróleos Mexicanos
Memoria de Labores
1999
- Presidencia de la República
IV Informe de Gobierno
1999
- Brock, Horace R.; Jennings, Dennis R. y Feiten, Joseph B.
Petroleum Accounting, Principles, Procedures, & Issues
1996

Direcciones de Internet:

- **Petróleos Mexicanos**
<http://www.pemex.com>
- **Presidencia de la República Mexicana**
<http://www.presidencia.gob.mx>
- **Secretaría de Comercio y Fomento Industrial**
<http://www.secofi.gob.mx>
- **Department of Energy**
<http://www.energy.gov>
- **Organización Internacional para la estandarización ISO**
<http://www.iso.ch>



Cuadros

Cuadro 1: Reservas probadas de hidrocarburos, exploración y desarrollo de campos

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Reservas al inicio de año (mmb)	67,600	66,450	65,500	65,000	65,050	64,516	63,220	62,058	57,285	56,505	57,741	58,204
Variación neta (%)	-2.0	-1.7	-1.4	-0.6	0.1	-0.8	-2.0	-1.8	-7.7	-1.4	2.2	0.8
Producción total (mmb)	1,258	1,268	1,310	1,304	1,316	1,320	1,293	1,413	1,450	1,480	1,434	
Variación neta (%)	0.8	0.8	3.3	-0.4	0.9	0.3	-2.0	9.3	2.6	2.8	-3.8	
Producción diaria (mmbd)	3,447	3,474	3,588	3,573	3,605	3,616	3,542	3,871	3,972	4,082	3,928	
Reservas/Producción (años)	54	52	50	50	49	49	49	44	40	38	40	
Pozos Perforados	82	132	171	121	66	72	104	118	130	231	234	
Exploración	24	51	45	38	19	17	10	11	15	19	28	
Desarrollo	58	81	126	83	47	55	94	107	115	212	206	
Pozos Terminados	123	106	184	129	78	63	101	114	121	203	234	
Exploración	42	43	51	41	25	16	10	10	10	21	22	
Desarrollo	81	63	133	88	53	47	91	104	111	182	212	
% de éxito perforación												
Exploración	41.0	33.0	52.0	59.0	52.0	38.0	60.0	60.0	70.0	61.9	50.0	
Desarrollo	77.0	93.0	86.0	94.0	89.0	91.0	97.0	95.0	96.4	87.8	89.5	
Campos Descubiertos	10	10	12	14	9	2	1	1	0	6	321	
Campos en Explotación	315	348	341	334	336	340	345	347	339	324	321	
Pozos en Operación	4,740	4,732	4,863	4,741	4,641	4,555	4,620	4,731	4,663	4,522	4,433	
Producción por Pozo (bd)	727	734	738	754	777	794	767	818	852	903	886	

Cuadro 2: Producción primaria e industrialización de hidrocarburos

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Petróleo Crudo (mbd)	2,513.3	2,548.0	2,675.8	2,667.7	2,673.4	2,685.1	2,617.2	2,858.3	3,022.2	3,069.9	2,937.1
Pesado	1,240.3	1,261.2	1,331.9	1,350.1	1,320.6	1,270.1	1,220.4	1,370.6	1,567.1	1,658.3	1,572.6
Ligero	678.2	711.0	756.9	735.3	790.6	890.0	864.1	910.1	881.4	848.5	821.1
Superligero	594.8	575.8	587.0	582.3	562.2	525.0	532.7	577.6	573.7	563.1	543.4
Condensados (mbd)	77.8	92.1	99.7	97.5	103.0	102.7	105.2	102.7	97.3	95.3	100.7
Gas Natural (mmpcd)	3,571.7	3,651.5	3,633.5	3,583.6	3,576.5	3,624.7	3,759.3	4,195.0	4,467.2	4,790.7	4,924.3
Gas asociado	3,030.0	3,031.5	3,039.4	3,024.6	3,093.0	3,107.6	3,153.9	3,478.2	3,630.6	3,703.3	3,558.4
Gas no asociado	541.7	620.0	594.1	559.0	483.5	517.1	605.4	716.8	836.6	1,087.4	1,365.9
Hidrocarburos totales (mbd)	3,446.6	3,474.0	3,587.7	3,572.6	3,605.5	3,616.4	3,542.5	3,871.2	3,972.1	4,081.9	3,928.2
Producción México/mundial (%)	4.2	4.2	4.5	4.4	4.5	4.4	4.2	4.5	4.6	4.2	n.d.
Petrolíferos y Gas Licuado (mbd)	1,460.4	1,560.8	1,569.2	1,565.5	1,566.2	1,596.1	1,530.5	1,510.7	1,452.8	1,525.3	1,532.2
Petroquímicos (mta)	16,242.2	17,903.9	18,592.2	19,195.7	22,844.8	24,385.5	22,787.2	21,448.1	19,340.5	18,048.6	16,244.3

Cuadro 3: Destino de la producción primaria e industrial de hidrocarburos

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Crudo	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mercado interno	49.0	49.7	48.4	48.0	49.2	50.8	49.4	45.1	42.3	43.1	43.5
- A refinación	40.2	41.2	39.9	39.8	41.5	43.1	41.4	37.8	35.8	37.8	38.3
- A petroquímica	8.8	8.5	8.5	8.2	7.7	7.7	8.0	7.3	6.5	5.3	5.2
A exportación	51.0	50.3	51.6	52.0	50.8	49.2	50.6	54.9	57.7	56.9	56.5
Gas natural	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Pemex Exploración y Producción	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	18.4	18.2	20.1	23.2	25.5	23.5	20.3
Pemex Gas y Petroquímica Básica	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81.0	81.2	79.4	76.4	74.1	76.1	79.4
Pemex Refinación	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
Petrolíferos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mercado interno	94.2	93.0	94.4	93.7	91.9	95.5	93.9	95.1	93.9	93.2	92.3
A exportación	5.8	7.0	5.6	6.3	8.1	4.5	6.1	4.9	6.1	6.8	7.7
Petroquímicos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mercado interno	90.7	84.6	81.3	76.4	69.9	67.9	74.6	80.4	84.4	83.6	84.8
A exportación	9.3	15.4	18.7	23.6	30.1	32.1	25.4	19.6	15.6	16.4	15.2

Cuadro 4: Precios del petróleo crudo de exportación y balanza comercial

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Precios (Dólares por barril)											
Mezcla de Petróleo Crudo	15.61	19.19	14.53	14.84	13.14	13.83	15.76	18.94	16.46	10.16	12.89
Maya	14.37	16.97	12.25	13.11	11.44	12.57	14.41	17.25	14.65	8.56	11.54
Istmo	17.10	22.69	18.80	17.97	15.76	15.25	16.66	20.02	18.19	11.87	14.13
Olmeca	18.76	23.64	20.00	19.50	16.90	16.20	17.51	21.50	19.52	13.14	15.38
SALDO	7,042.4	8,976.8	6,912.9	6,784.5	6,013.0	6,051.2	7,194.6	9,965.8	8,559.1	4,822.8	6,575.7
Exportaciones	7,842.8	9,946.8	8,166.6	8,344.7	7,458.6	7,517.1	8,400.7	11,607.9	11,211.2	7,044.2	8,331.8
Importaciones	800.4	970.0	1,253.6	1,560.2	1,445.6	1,465.9	1,206.1	1,642.1	2,652.1	2,221.4	1,756.1
Petróleo crudo (exportaciones)	7,281.1	8,899.9	7,286.1	7,448.1	6,441.0	6,624.0	7,479.6	10,704.0	10,340.8	6,367.8	7,318.4
- Maya	4,123.6	5,122.5	3,921.0	4,429.7	3,575.8	3,671.5	3,781.3	5,449.7	5,451.6	3,317.2	4,003.8
- Istmo	2,147.4	2,423.0	2,172.3	1,891.9	1,513.6	1,004.0	959.1	1,365.8	1,432.2	850.3	844.3
- Olmeca	1,010.1	1,354.4	1,192.8	1,126.5	1,351.6	1,948.5	2,739.2	3,868.5	3,457.0	2,200.3	2,470.3
Gas natural											
- Exportaciones					3.4	14.8	12.4	31.8	37.0	30.9	248.9
- Importaciones		31.0	106.4	175.2	77.5	82.2	99.1	67.1	99.5	109.8	139.9
Productos petrolíferos y gas licuado											
- Exportaciones	423.3	745.6	531.8	575.0	661.0	410.3	511.6	583.2	645.3	526.7	673.9
- Importaciones	742.3	847.1	1,042.1	1,247.3	1,341.2	1,326.6	1,074.8	1,550.1	2,506.2	2,080.2	1,581.5
Productos petroquímicos											
- Exportaciones	138.5	301.3	348.6	321.6	353.0	467.9	397.0	288.8	188.1	119.8	90.6
- Importaciones	21.7	91.9	105.2	137.7	26.9	57.1	32.2	24.9	46.4	31.4	34.7

Cuadro 5: Producción, importación y exportación de productos petrolíferos

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PETROLIFEROS											
- Producción	1,460.4	1,560.8	1,569.2	1,565.5	1,566.2	1,596.1	1,530.5	1,510.7	1,452.8	1,525.3	1,532.2
- Importación	121.1	103.2	136.7	165.7	176.6	188.7	139.5	177.3	298.7	392.9	238.5
- Exportación	78.6	101.5	83.9	95.9	126.7	72.8	92.3	77.1	101.2	120.8	137.7
Gasolinas											
- Producción	388.9	441.1	418.0	406.3	417.5	429.7	422.5	416.5	388.3	411.9	434.4
- Importación	28.2	30.6	68.7	82.6	84.6	67.5	65.4	69.5	111.7	137.7	40.3
- Exportación	0.4	0.7		1.2	6.7	4.2	5.1	23.4	75.3	79.4	70.9
Combustible											
- Producción	426.9	435.1	414.2	407.7	419.4	420.0	416.7	418.1	426.3	446.0	410.6
- Importación	69.5	51.8	46.6	53.3	55.3	81.3	30.4	40.0	80.1	91.2	113.3
- Exportación	24.9	7.7	7.7	22.9	39.8	1.7	14.4	0.1	0.0	1.3	0.0
Diesel											
- Producción	234.3	258.6	276.1	277.8	266.7	284.4	254.8	269.6	275.1	290.0	278.4
- Importación	2.7						1.1	10.4	18.3	19.5	18.1
- Exportación	14.2	31.1	20.1	28.4	26.9	20.3	16.6	12.4	9.2	8.2	5.8
Gas licuado											
- Producción	217.9	242.9	250.3	244.1	251.2	266.9	256.7	248.8	215.1	224.7	254.9
- Importación	20.6	20.8	21.4	29.7	30.2	31.3	37.2	63.8	73.5	77.2	63.0
- Exportación	28.6	47.2	36.9	19.1	17.8	25.3	25.1	22.7	5.4	4.2	4.5
Querosenos											
- Producción	68.4	66.8	71.5	76.3	83.9	84.9	77.0	69.1	59.5	59.4	60.9
- Importación										2.0	2.7
- Exportación	10.5	14.8	16.6	15.1	16.8	15.8	19.1	10.3	4.4	3.0	3.4
Otros											
- Producción	124.0	116.3	139.3	153.3	127.5	110.2	102.8	88.6	88.4	93.3	93.0
- Importación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	6.5	8.8	5.4	3.8	9.0	65.3	1.1
- Exportación	n.s.	n.s.	2.6	9.3	18.7	5.5	12.1	8.2	6.9	24.7	53.1

Cuadro 6: Volumen del comercio exterior

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
EXPORTACIONES											
Petróleo Crudo (MBD)	1,277.7	1,277.1	1,368.7	1,367.8	1,337.1	1,307.4	1,305.5	1,543.8	1,720.9	1,717.9	1,555.6
Maya	786.3	826.8	877.2	923.3	856.5	800.0	719.0	863.2	1,019.8	1,062.9	952.0
Bimo	344.0	292.7	328.7	287.0	262.3	179.4	157.8	189.1	215.8	196.4	163.6
Olmeca	147.5	157.6	162.8	157.5	218.4	328.0	428.7	491.5	485.3	458.6	440.0
Petróleos (MBD)	78.6	101.5	83.9	95.9	126.7	72.8	92.3	77.1	101.2	120.8	137.7
Gas licuado	28.6	47.2	36.9	19.1	17.8	25.3	25.1	22.7	5.4	4.2	4.5
Gasolinas	0.4	0.7	7.7	1.2	6.7	4.2	5.1	23.4	75.3	79.4	70.9
Combustibles	24.9	7.7	7.7	22.9	39.8	1.7	14.4	0.1	0.0	1.3	0.0
Diésel	14.2	31.1	20.1	28.4	26.9	20.3	16.6	12.4	9.2	8.2	5.8
Otros	10.5	14.8	19.2	24.4	35.5	21.3	31.1	18.5	11.3	27.7	56.5
Petroquímicos (MTA)	624.0	1,164.3	1,538.5	2,013.6	2,391.5	2,908.2	2,201.5	1,629.6	1,062.3	1,009.9	816.7
Amoníaco	303.9	513.9	510.7	770.2	389.8	557.7	303.6	217.7	321.5	198.3	18.9
Etileno	80.1	125.7	151.2	160.4	107.9	142.8	141.5	140.2	89.1	88.7	70.7
Otros	240.0	524.8	876.7	1,083.0	1,893.8	2,207.7	1,756.5	1,271.7	651.8	722.9	727.1
Gas Natural (MMPCD)					4.6	19.2	21.5	36.2	43.0	39.9	288.0
IMPORTACIONES											
Petróleos (MBD)	121.1	103.2	136.7	165.7	176.6	188.7	139.5	177.3	298.7	392.9	238.5
Gas licuado	20.6	20.8	21.4	29.7	30.2	31.3	37.2	53.8	73.5	77.2	63.0
Gasolinas	28.2	30.6	68.7	82.6	84.6	67.5	65.4	69.5	117.7	137.7	40.1
Combustibles	69.5	51.8	46.6	53.3	55.3	81.3	30.4	40.0	80.1	91.2	113.3
Otros	2.7				6.5	8.8	6.5	14.1	27.3	86.8	22.1
Petroquímicos (MTA)	55.5	228.9	299.3	343.3	86.8	178.1	97.4	90.4	167.7	122.3	142.4
Gas Natural (MMPCD)	45.6	43.4	164.2	245.7	96.6	125.1	172.9	83.7	108.3	153.2	190.4

Cuadro 7: Datos estadísticos de la industria petrolera

Concepto	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PERSONAL OCUPADO											
Planta	184,744	167,952	154,321	127,264	108,676	119,445	124,396	128,704	131,633	131,433	130,034
Transitorio	100,439	105,002	97,075	80,056	90,830	94,746	97,358	109,727	113,856	116,412	113,540
	64,305	62,950	57,246	47,208	45,846	24,699	27,038	18,977	17,777	15,021	16,494
CAPACIDAD INSTALADA											
Refinación (MBD)	1,679	1,679	1,524	1,524	1,520	1,520	1,520	1,520	1,525	1,525	1,525
Petroquímica (MTA)	19,519	20,011	19,808	19,838	21,354	22,154	22,154	22,154	22,120	22,233	22,233
Índice de Utilización de la Capacidad Instalada											
Refinación	79.1	82.7	90.7	91.2	93.5	94.4	90.6	90.6	88.5	91.4	89.4
Petroquímica	82.3	87.9	90.9	92.9	81.3	90.5	89.4	83.0	87.4	81.2	73.1
Quema de Gas a la Atmósfera como Porcentaje de la Extracción											
	2.8	2.4	2.4	2.5	3.5	3.3	5.2	9.7	13.5	13.8	10.7

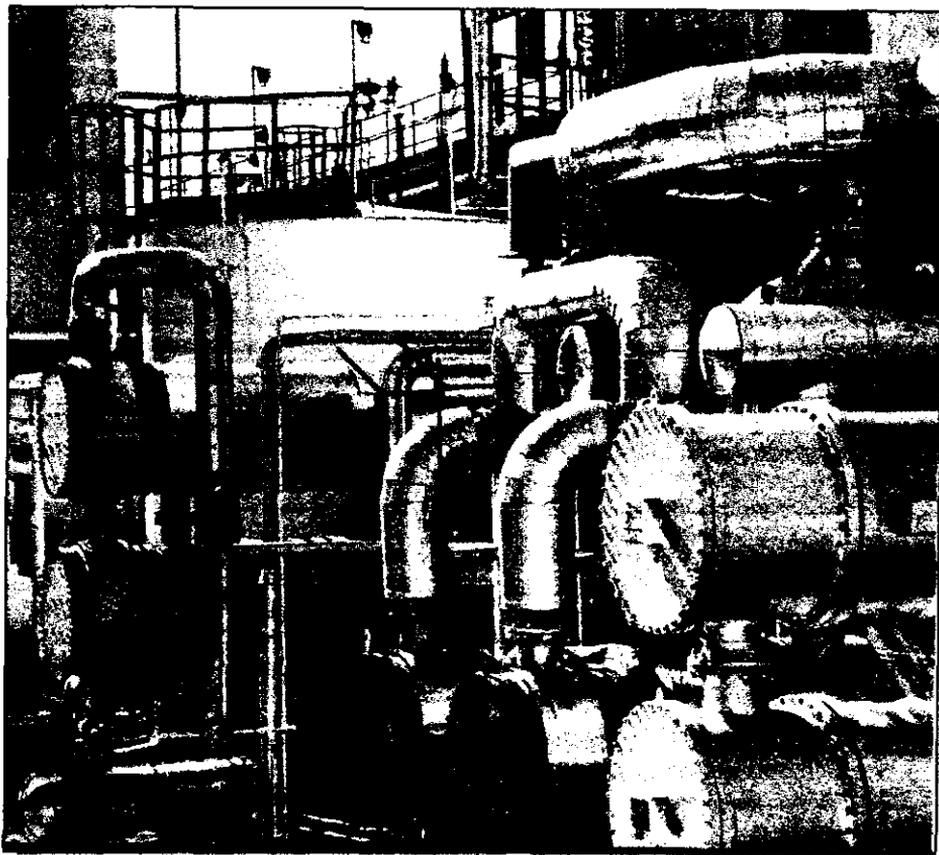
Cuadro 8: Consumo mundial de petróleo

(mbd)

Pais	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Norteamérica	20,706	20,364	20,036	20,404	20,639	21,245	21,208	21,873	22,352	22,744
Centro y sudamérica	3,576	3,591	3,654	3,748	3,887	4,050	4,248	4,464	4,641	4,810
Europa occidental	13,159	13,246	13,660	13,841	13,731	13,815	14,347	14,525	14,726	15,008
Europa oriental y ex URSS	10,190	9,725	9,434	7,910	6,710	5,884	5,676	5,171	5,055	4,982
Medio Oeste	3,283	3,380	3,384	3,585	3,778	3,938	4,059	4,066	4,241	4,275
Africa	1,985	2,076	2,131	2,169	2,207	2,243	2,303	2,359	2,486	2,537
Lejano Oeste y oceanía	13,017	13,595	14,269	15,105	16,044	17,108	18,024	18,945	19,627	19,287
Total mundial	65,917	65,977	66,567	66,762	66,996	68,283	69,866	71,404	73,128	73,643

Cuadro 9: Reservas mundiales de petróleo y gas al 1° de enero de 1999

Región/Pais	Crudo (mmbb)	Gas Natural (mnmmpc)
Norteamérica	73.8	291.4
Centro y sudamérica	89.5	219.1
Europa Occidental	18.9	161.5
Europa Oriental y ex URSS	58.9	1,999.4
Medio Oeste	673.6	1,749.5
Africa	75.4	361.1
Lejano Oeste y Oceanía	43.0	359.6
Total Mundial	1,033.2	5,141.6



Términos de referencia

Términos de referencia

Calidad:

Calidad: Conjunto de características de un elemento que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades implícitas y explícitas del cliente.

Calidad total: Elemento encargado de proporcionar satisfacción plena al consumidor, además de lograr que las políticas y objetivos se cumplan, así como los planes, programas y normas sustantivas, operativas y técnicas.

Administración de la calidad: Conjunto de actividades de la función general de administración que determinan la política de calidad, los objetivos, las responsabilidades y la implantación de éstos por medios tales como la planeación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento de la calidad dentro del marco del sistema de calidad.

Políticas de calidad: Guías generales de una organización concernientes a la calidad, las cuales son formalmente expresadas por la alta dirección.

Planeación de la calidad: Secuencia de actividades para alcanzar los objetivos y requisitos para la calidad.

Control de calidad: Técnicas, actividades y parámetros de carácter operacional, utilizadas para cumplir los requisitos de la calidad.

Aseguramiento de la calidad: Conjunto de actividades implantadas dentro del sistema de calidad para proporcionar la confianza adecuada de que un elemento cumplirá con los requisitos para la calidad.

Mejoramiento de la calidad: Son las acciones tomadas en toda la organización para incrementar la efectividad y la eficiencia de las actividades y los procesos, a fin de proveer beneficios adicionales, tanto para la organización como para sus clientes.

Sistema de calidad: Estructura organizacional, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

Administración para la calidad total: Forma de administrar una organización centrada en la calidad, basada en la participación de todos sus miembros y orientada al éxito a largo plazo a través de la satisfacción del cliente y en beneficio de todos los miembros de la organización y de la sociedad.¹

Industria petrolera:

Activo: Área geográfica de importancia petrolera comercial, con al menos un campo importante, con producción superior a los 65,513 MBPCED, reservas mínimas de 959 MMBPCE y una relación de reservas/producción de 50 años. Su manejo involucra el proceso completo de producción. La distancia máxima entre sus campos es de 80 km.

Anticlinal: Configuración de las rocas interestratificadas que se pliegan, y en la que las rocas se inclinan en dos direcciones diferentes a partir de una cresta. Arco con la convexidad hacia arriba.

Brecha: Roca sedimentaria formada por fragmentos angulares de tamaño tal que un porcentaje apreciable del volumen de roca consiste de partículas de tamaño de gránulo o más grandes.

Condensado: Hidrocarburo líquido proveniente del gas natural que se recupera en instalaciones de separación en campos productores de gas asociado y no asociado. Incluye hidrocarburos líquidos recuperados de gasoductos, los cuales se forman por condensación durante el transporte del gas natural.

Crudo: (petróleo crudo). Excluye la producción de condensados y la de líquidos del gas natural obtenidos en plantas de extracción de licuables. El petróleo crudo producido se considera pesado o ligero según los siguientes criterios:

- **Pesado:** Petróleo crudo con densidad API igual o inferior a 27 grados. La mayor parte de la producción de este tipo de petróleo crudo proviene de los yacimientos de la Sonda de Campeche.

¹ Feigenbaum, A. V., Total Quality Control, Nueva York: 3a Ed. McGraw-Hill, 1983.

-
- **Ligero y otros:** Petróleo crudo con densidad API superior a 27 grados. Este tipo de petróleo crudo se produce tanto en la Sonda de Campeche como en otros yacimientos en explotación en el país.

Para el mercado de exportación se preparan tres variedades de petróleo crudo con las siguientes calidades típicas:

- **Istmo:** Petróleo crudo ligero con densidad de 33.6 ° API y 1.3 % de azufre en peso.
- **Maya:** Petróleo crudo pesado con densidad de 22 °API y 3.3 % de azufre en peso.
- **Olmeca:** Petróleo crudo muy ligero con densidad de 39.3 °API y 0.8 % de azufre en peso.

Campos importantes: Son aquellos que contribuyen con el 80% de la producción total y contienen el 80% de la reserva total.

Campos secundarios: Son aquellos que contribuyen con el 20% de la producción y contienen el 20% de la reserva total.

Campo en activo: Es aquél que cuenta con al menos un pozo en explotación

Campo inactivo: Es aquél que no tiene pozos en explotación, aunque cuente con infraestructura de recolección.

Cuenca: Area geográfica consistente en una depresión donde existe acumulación de sedimentos y se han formado rocas sedimentarias. Posee diferentes ambientes de depósito y edades geológicas. Desde el punto de vista económico se clasifica con base en sus recursos naturales no renovables, tales como petróleo, agua y minerales.

Domo salino: Estructura cóncava formada por migración de sal autóctona que intrusióna hacia zonas de menor carga litostática hasta que ocurre un equilibrio entre las densidades de la sal y el material que la encajona.

Ergio: Unidad de energía capaz de desarrollar trabajo. Energía que se gasta cuando una fuerza de una dina actúa por una distancia de un centímetro.

Escarpe: Declive áspero del suelo.

Estratigrafía: La estratigrafía es una disciplina de la geología que se encarga de estudiar el origen y disposición, así como la edad de las rocas que conforman la corteza de la Tierra. Para tal efecto se auxilia de otras disciplinas como son: la paleontología, la cronometría, la petrología y la sedimentología.

Falla: Superficie de ruptura de una roca a lo largo de la cual ha habido movimiento diferencial.

Lead: Evidencia de una estructura anticlinal definida al menos por dos líneas sísmicas.

Play: Grupo de prospectos o campos similares, en cuanto a roca generadora, roca almacenedora, trampa, sello, maduración, migración y preservación del petróleo. Un sistema de hidrocarburos contiene varios tipos de play.

Prospecto ó localización: Definición de una estructura anticlinal a través de un número considerable (mínimo 30) de líneas sísmicas.

Proyecto de inversión: Es la solución específica seleccionada para dar cumplimiento a una meta o para satisfacer una necesidad, que se concreta mediante la aplicación de recursos actuales con la expectativa de obtener beneficios económicos futuros.

Proyecto de inversión estratégico: Son aquellos en que su realización obedece a decisiones estratégicas que comprometen el rumbo de la institución. Son proyectos que en el corto o mediano plazo utilizan grandes cantidades de recursos de la empresa y de la nación, y que requieren de largos períodos de maduración.

Proyecto de inversión operacional: Son aquellos que responden a situaciones operativas de corto plazo; sus montos de inversión son proporcionalmente menores a los requeridos por los proyectos estratégicos; sus lapsos de maduración son cortos para poder dar respuesta a las necesidades inmediatas y generalmente se trata de proyectos complementarios o de mantenimiento de la planta productiva actual.

Permeabilidad: Es una propiedad que tiene la roca para permitir el paso de un fluido a través de ella.

Plataforma continental: Superficie del fondo marino cercano a la costa entre el litoral y la profundidad donde existe un cambio abrupto de pendiente hacia las profundidades del océano.

Pozos perforados: Pozos cuya perforación con la barrena ha sido concluida hasta la profundidad programada y cuentan con tubería de ademe o revestimiento ya cementada, pero que todavía no han realizado las operaciones subsecuentes que permitan la producción de hidrocarburos.

Pozos terminados: Pozos perforados en los que ya se han efectuado las operaciones necesarias para ponerlos a producir, tales como: instalación de tubería de producción; disparos a la tubería de revestimiento para horadarla y permitir la comunicación entre el interior del pozo y el yacimiento; y la limpieza y estimulación de la propia roca para producir mejores condiciones de flujo de los hidrocarburos.

Pozo improductivo: Es el pozo que se perforó y terminó hasta la profundidad programada, pero que después de habersele realizado una prueba de producción no aportó hidrocarburos, o bien no se encontró la formación productora.

Pozo incosteable: Es el pozo perforado y terminado hasta la profundidad programada, cuya explotación no es económicamente rentable debido a sus bajos ritmos de producción y las características de los fluidos que produce.

Pozo productivo: Es aquel pozo que se perforó y terminó hasta la profundidad programada, y que aportó producción de hidrocarburos después de habersele realizado una prueba de producción.

Pozo productor: Es el pozo productivo que aportó producción de hidrocarburos durante un intervalo de tiempo.

Reservas de hidrocarburos: Se llama así al volumen de hidrocarburos, medidos a condiciones estándar (presión = 14.7 lb/plg² y temperatura = 60 °F), que se puede producir

económicamente con cualquiera de los métodos y sistemas de explotación aplicables (recuperación primaria, recuperación secundaria, etc.) Las estimaciones de las reservas de hidrocarburos no son datos estáticos, sino que tienen un carácter dinámico debido a un ajuste continuo, a medida que se cuenta con mayor información. Puesto que la exactitud de las reservas depende de la calidad y la cantidad de los datos disponibles, su valor más cercano a la realidad se obtendrá a medida que transcurra la vida productiva del yacimiento.

De acuerdo con lo anterior, las reservas se clasifican en:

Reservas probadas: Son aquellas cantidades de petróleo determinadas a partir del análisis de la información geológica y de ingeniería, las cuales son estimadas con razonable certeza de que serán recuperadas comercialmente en yacimientos conocidos y bajo las condiciones técnicas y económicas a la fecha de la estimación.

Reservas probables: Son aquellas reservas no probadas que a partir de la información geológica y de ingeniería, su estimación nos indica que existe una probabilidad de por lo menos 50% de ser recuperadas. En general, las reservas probables incluyen:

- Reservas en áreas vecinas a las reservas probadas, pero que no se tiene un conocimiento pleno del subsuelo y que no se tienen pozos perforados.
- Reservas en formaciones que pueden ser productoras con base a las características de los registros geofísicos, pero que no se han efectuado pruebas de producción.
- Reservas atribuibles a la perforación de pozos de relleno en áreas no drenadas entre los pozos productores.
- Reservas asociadas a un proyecto de recuperación mejorada no implantado, pero que las características de la roca y los fluidos son apropiadas para su aplicación y además en proyectos similares se ha demostrado su éxito.
- Reservas en áreas del yacimiento separadas por fallas geológicas que estructuralmente estén más altas que las áreas probadas.

-
- Reservas atribuibles a reparaciones, tratamientos y cambio en los procedimientos mecánicos realizados en los pozos.

Reservas posibles: Son aquellas reservas no probadas que la información de geología y de ingeniería indican que se tiene un grado de probabilidad menor de ser recuperadas que las reservas probables, es decir, de por lo menos 10%. En general las reservas posibles incluyen:

- Reservas en áreas vecinas a las probables, donde la interpretación geológica manifiesta la posible existencia de hidrocarburos.
- Reservas atribuibles a métodos de recuperación mejorada cuando se tiene un proyecto piloto planeado y las características del yacimiento, roca y fluidos son tales que existe duda de que el proyecto será comercial.
- Reservas en áreas del yacimiento separadas por fallas geológicas que estructuralmente estén más bajas que las áreas probadas.

Riesgo geológico: Suma de probabilidades de que existan las condiciones adecuadas para la presencia de un depósito de hidrocarburos (roca generadora, roca almacenadora, trampa y sello, sincronía y migración), y de que persistan las condiciones geológicas adecuadas para su funcionamiento.

Recuperación secundaria: Es toda actividad encaminada a una recuperación adicional de hidrocarburos de la que se obtendría con la energía propia del yacimiento (recuperación primaria) a través del suministro de energía adicional.

Región: Ámbito geográfico correspondiente a una división administrativa.

Roca generadora: Es una roca sedimentaria de grano fino, depositada en un ambiente de depósito anóxico o reductor y con materia orgánica susceptible de generar hidrocarburos durante el proceso de sepultamiento. Generalmente son lutitas o calizas de cuenca compuestas por lodo calcáreo microcristalino.

Sal: En geología, este término se refiere a la halita, o sal de roca, NaCl.

Talud continental: Vertiente rápida submarina que desciende desde el borde de la plataforma continental hasta profundidades de 2,000 m o más.

Yacimiento: Porción de una trampa geológica que contiene hidrocarburos, la cual se comporta como un sistema intercomunicado hidráulicamente. Los hidrocarburos ocupan los poros o huecos de la roca almacenadora y están a presión y temperatura elevadas, como consecuencia de la profundidad a que se encuentra localizado el yacimiento.

Equivalencias

Longitud:

1 kilómetro = 1,000 metros

1 metro = 100 centímetros

1 pie = 30.48 centímetros

1 pulgada = 2.54 centímetros

Área:

1 hectárea = 10,000 metros cuadrados

1 kilómetro cuadrado = 1,000,000 metros cuadrados

Volumen:

1 barril = 158.987 litros

1 barril = 5.6146 pies cúbicos

1 metro cúbico = 6.2898 barriles

1 metro cúbico = 1,000 litros

1 metro cúbico = 35.31467 pies cúbicos

Presión:

1 atmósfera = 1.033 kilogramos fuerza por centímetro cuadrado

1 atmósfera = 14.696 libras fuerza por pulgada cuadrada

1 kilogramo fuerza por centímetro cuadrado = 14.223 libras fuerza por pulgada cuadrada

Temperatura:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$$

Energía:

BTU = 1.055×10^{10} ergios (British Thermal Unit)

Joule = 9.48×10^{-4} BTU

Joule = 10^7 ergios

Kilojoule = 10^3 joules

Petajoule = 10^{15} joules

Equivalencia calórica:

1 barril de crudo = 5,000 pies cúbicos de gas natural

Abreviaturas

°API Grados API (American Petroleum Institute)

bd Barriles diarios

bl Barril

bls Barriles

bbls/hr Barriles por hora

°C Grados centígrados

°F Grados Fahrenheit

ha Hectárea

hr Hora

Kg/cm² Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado

km Kilómetro

km² Kilómetro cuadrado

lb/plg² Libra fuerza por pulgada cuadrada

m Metro

mbd Miles de barriles diarios

mmbbls Millones de barriles

mmbpce Millones de barriles de petróleo crudo equivalente