



00568
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LA INFORMACIÓN DE
LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y DE LA ADMINISTRACIÓN
DEL NEGOCIO EN PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
(PEP), CON BASE EN LA NORMA ANSI/ISA-95**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA – INNOVACIÓN Y
ADMINISTRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

PRESENTA:

ING. MARCOS MONDRAGÓN BOCANEGRA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JULIO RICARDO LANDGRAVE ROMERO



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Marcos Mondragón

Bocanegra

FECHA: 12 - febrero - 2004

FIRMA: 

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los siguientes, esperando no haber omitido a alguien:

A mi familia, Nancy, Alejandro y Moisés, por su comprensión y apoyo.

A mi director de Tesis, Dr. Julio Ricardo Landgrave Romero, quien con sus conocimientos y experiencia me ayudó a proporcionarle calidad a este trabajo.

Al Instituto Mexicano del Petróleo, por darme las facilidades para la mejora continua en el aspecto de mi especialización; a su arsenal de ideas y proyectos en el ámbito de la Investigación y el desarrollo tecnológico de los que seleccioné este tema de tesis y que me ha permitido contribuir con un granito de arena al logro de su Misión y Visión.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, nuestra máxima casa de estudios, a la cual le debo mi formación profesional.

Al M. en I. Víctor Manuel Casasola Varela, por la asesoría Interna que me brindó por parte del Instituto Mexicano del Petróleo; gracias a su apoyo, vastos conocimientos y experiencia.

A la M. en C. María del Rocío Cassaigne, representante académico del campo disciplinario de Innovación y Administración de la Tecnología de la maestría en Ingeniería de sistemas, por su firmeza e incondicional apoyo.

A los compañeros que participaron en el grupo de trabajo para el desarrollo del producto referido en esta tesis, que laboran en el Grupo de Optimización de Instalaciones de Producción, del Instituto Mexicano del Petróleo, a los jóvenes tesistas y de servicio social bajo mi cargo. Hago un reconocimiento especial a los ingenieros Isaac Caballero Gallaga, Miguel Ángel Silva Hurtado y José Alberto Lara Jáuregui por el compromiso que demostraron, por sus habilidades creativas y destacada labor de liderazgo.

A los representantes de las compañías participantes que nos transfirieron su tecnología y nos brindaron asistencia técnica.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1	11
EL PAPEL DE LA INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LA ADMINISTRACIÓN DEL NEGOCIO EN PEP	11
1.1. Antecedentes	12
1.2. Definición del problema y diagnóstico	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Hipótesis	16
1.5. Justificación.....	17
CAPÍTULO 2	19
EL ESTÁNDAR ANSI/ISA 95.....	19
2.1. Alcance	19
2.2. Glosario de términos	20
2.3. Propiedades y atributos de los modelos de los objetos.....	21
CAPÍTULO 3	27
ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA.....	27
3.1. Estructura organizacional en PEP.....	27
3.2. Estructura organizacional de los activos en PEP	28
3.3. Detección de necesidades de información	30
3.4. Planteamiento general de integración de los sistemas en PEP	39
CAPÍTULO 4	48
ANÁLISIS TECNOLÓGICO.....	48
4.1. Monitoreo tecnológico	48
4.1.1. Informática	49
4.1.2. Control de Procesos	55
4.1.3. Telecomunicaciones	59
4.2. Planteamiento de las alternativas para la implantación del modelo	64
4.3. Análisis de las alternativas de solución	65
4.4. Definición de los aspectos tecnológicos.....	67
CAPÍTULO 5	70
CONSTRUCCIÓN.....	70
5.1. Selección de la muestra para prueba.....	70
5.2. Estrategia de implantación	71
5.3. Construcción	72

5.4. <i>Diseño de las pruebas</i>	74
CAPÍTULO 6	77
PRUEBAS DEL PRODUCTO Y COMERCIALIZACIÓN	77
6.1. <i>Pruebas del diseño</i>	77
6.2. <i>Análisis de los resultados de las pruebas</i>	81
6.3. <i>Comercialización</i>	84
CAPÍTULO 7	86
CONCLUSIONES	86
7.1. <i>Logros alcanzados</i>	86
7.2. <i>Trabajos futuros</i>	87
7.3. <i>Comentarios finales</i>	88
ANEXO A	91
MODELOS DE LOS OBJETOS DE ACUERDO A ANSI/ISA-95	91
ANEXO B	106
NOTACIÓN DEL LENGUAJE UNIFICADO PARA EL MODELADO (UML).....	106
ANEXO C	107
GUÍAS DE ENTREVISTA PARA DETECCIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y PARA LA VALIDACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL SIIP	107
ANEXO D	109
SÍNTESIS DE TEORÍA BÁSICA DE LOS OBJETOS.....	109
ANEXO E	111
CLASES DE OBJETOS Y SUS ATRIBUTOS PROPUESTOS PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE MATERIAL, EQUIPO Y PERSONAL EN PEP	111
ANEXO F	119
INFORMACIÓN DE PROCESOS Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL ACTIVO POL-CHUC	119

RESUMEN

PEMEX Exploración y Producción, PEP, es una de las subsidiarias de PEMEX encargada de la exploración y explotación de los yacimientos de gas natural y petróleo en todo México. Los costos de producción de estos hidrocarburos son competitivos a nivel internacional, debido principalmente a la facilidad de extracción en muchos campos de grandes reservas; no obstante esta característica, se ha observado en los últimos años una tendencia de crecimiento de estos costos. Para revertir esta tendencia PEP ha desarrollado y está poniendo en práctica su plan de negocios 2002 – 2010, con la visión de maximizar el valor de las reservas de hidrocarburos del país y con los más altos estándares de seguridad y protección ambiental.

Para maximizar el valor económico de las reservas, PEP plantea en su plan de negocios siete líneas de acción, de las cuales dos de ellas están relacionadas en el poder de la información: “alcanzar niveles internacionales de eficiencia de costos, seguridad y protección ambiental” y “fortalecer capacidades profesionales y evaluar desempeño en función de generación de valor”. Para lograrlo, PEP considera nueve tecnologías relevantes en las que están incluidas las bases de datos, la simulación y la automatización.

PEP es una empresa que maneja altas cantidades de información, pero que desafortunadamente no están totalmente organizadas ni están disponibles en forma integral para los usuarios que las requieren, para efectuar sus actividades de forma eficiente y que les permitan llevar una planeación y toma de decisiones eficaz.

La justificación de este trabajo de tesis es contribuir a incorporar en PEP opciones tecnológicas en el ámbito de las bases de datos y de la automatización, por medio de una innovación que integra la información que considera los ámbitos del control de los procesos de producción y de la administración del negocio, basado en el estándar ANSI/ISA – 95, el cual fue desarrollado y aprobado para este fin.

Este trabajo de tesis no solo cubrió el planteamiento y la implantación de un sistema para la integración de la información; además consideró la aplicación de las funciones tales como

“inventario, vigilancia, evaluación, enriquecimiento, optimización y protección, de los procesos de gestión de la innovación”. Se obtuvo un prototipo que se desarrolló y se validó con los mandos medios de PEP. Esta validación no abarcó las fases de manufactura, de mercadotecnia y de servicio de la cadena de valor, debido a que no fueron consideradas en el alcance de este trabajo de tesis, sin embargo se plantearon para un desarrollo futuro.

El resultado de este trabajo de tesis es un “producto diferenciado de software” apegado al estándar ANSI/ISA – 95, que contempla la información de personal, equipo y material que se utilizan en la industria de producción de hidrocarburos y que fue diseñado tomando como referencia las necesidades de manejo de información de PEP.

El “producto” fue desarrollado con recursos del Instituto Mexicano del Petróleo, IMP, y validado en las instalaciones del Activo de Explotación Pol-Chuc, de PEP, considerando el estándar de administración de la calidad ISO 9000 – 2000. La información para la validación del producto fue supuesta, ya que los datos reales son de carácter confidencial.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de tesis es un caso práctico de gestión de la innovación tecnológica, en la organización y la dirección de recursos humanos y económicos para la generación de nuevo conocimiento y la generación de ideas técnicas para obtener un **producto diferenciado**¹, partiendo desde la transformación de las ideas hasta el desarrollo de un prototipo que se validó y que como alcance de este trabajo se logró su comercialización, considerando las etapas mostradas en la figura I.1.



Figura I.1. Etapas de desarrollo de la innovación

El estándar seleccionado ANSI/ISA-95 plantea modelos para el manejo de la información integrada de los procesos de producción y de la administración del negocio en las industrias de manufactura o de producción continua, por medio de software que esté **orientado a objetos**². Esta integración permitirá tener una mejor organización, un manejo más eficiente y un fácil intercambio de esta información entre los sistemas informáticos existentes y futuros.

El objetivo general de este trabajo de tesis es **“desarrollar y validar un planteamiento para integrar la información que se maneja en el dominio del control de la producción y la que se utiliza para la administración del negocio, para incrementar la eficiencia en la planeación y toma de decisiones en todos los niveles jerárquicos de PEMEX Exploración y Producción (PEP)”**. La hipótesis es: “si se plantea a PEP un proyecto de innovación para integrar sus sistemas de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio, bajo un estándar internacional, entonces éste será aceptado y contratado”.

La realización de este trabajo de tesis se apega a la misión del Instituto Mexicano del Petróleo, que es: “Transformamos el conocimiento en realidades industriales innovadoras”³, por lo que se requirieron los tres grupos esenciales de valores institucionales: excelencia, innovación y creatividad

y orientación al negocio. Así mismo el desarrollo y los resultados obtenidos se apegan a la estrategia de innovación de esta institución.

Se busca con el resultado de este trabajo de tesis el apego a la línea de acción del plan de negocios 2002-2010 de PEP el “fortalecer capacidades profesionales y evaluar desempeño en función de generación de valor” y “alcanzar niveles internacionales de eficiencia de costos, seguridad y protección ambiental”⁴, incorporando las opciones tecnológicas de bases de datos, simulación y de automatización, para la búsqueda de maximización de los beneficios económicos.

Debido a la magnitud de este trabajo de tesis, se consideraron los aspectos técnicos de la generación de las ideas y el desarrollo tecnológico para implantar el producto en PEP, basado en una **estructura organizacional matricial**⁵ (funcional y de proyectos), personal de diferentes edades y experiencia trabajando en grupos de diferentes disciplinas con distribución de responsabilidades y autoridad a lo largo de toda la estructura y con el apoyo de los sistemas de información para su recolección y procesamiento, que permitieron transformar el conocimiento tácito en explícito y viceversa. Lo anterior se tomó como referencia del rol de las estrategias de innovación, la estructura organizacional, los sistemas y el personal, sugerido por Allan Afuah⁶, como una habilidad para recolectar y procesar información en una empresa.

La gestión de la innovación que se realizó contempló las funciones de inventario, vigilancia, evaluación, enriquecimiento, optimización y protección:

- 1) En el caso del inventario se relacionó el conjunto de conocimientos y tecnologías que se disponían al iniciar el trabajo de tesis, considerando las fuerzas y debilidades, para realizar un planteamiento de entrenamiento y capacitación del personal y de adquisición de tecnologías de desarrollo, así como la invitación de las empresas que podrían proporcionar su tecnología y la asistencia técnica necesaria.
- 2) La vigilancia se llevó a cabo por medio de la detección de necesidades en el mercado, revisando los avances en materia de normatividad, casos de desarrollo de productos de funcionalidad similar, productos similares patentados o con registro de derechos de autor, y

el monitoreo de las tecnologías comerciales que se relacionarían con el producto a desarrollar. Estas funciones se incluyen en los capítulos 2, 3 y 4.

- 3) La evaluación permitió determinar la competitividad y el potencial tecnológico propio, lo cual se contempla en los planes de negocio del Grupo de Optimización de Instalaciones de Producción y del Laboratorio de Optimización de Procesos de Producción, del Instituto Mexicano del Petróleo, cuyos encargados fueron los patrocinadores para la realización de este trabajo de tesis.
- 4) El enriquecimiento consistió en aumentar el patrimonio de grupo de Optimización de Instalaciones de Producción y del Laboratorio de Optimización de Procesos de Producción mediante inversión en tecnología propia para el desarrollo del producto y la utilización de productos de proveedores de tecnología de los fabricantes Rockwell Automation, Invensys, Verano y Microsoft, como se indica en el capítulo 5.
- 5) La optimización consistió en aplicar las habilidades y conocimientos en la administración de proyectos para utilizar los recursos humanos y materiales de la mejor forma para realizar el trabajo de tesis en el plazo programado y con la calidad requerida en el producto.
- 6) La protección se realizó manteniendo el conocimiento como un secreto industrial, pero en su mayoría en forma explícita (codificada o articulada)⁷ y en proceso de solicitud de los derechos de autor del software desarrollado.

Los papeles que desempeñé en el desarrollo de las actividades de este trabajo de tesis fueron de realizador del planteamiento para la integración de los sistemas de la información, de conformador del grupo de trabajo y de administrador de los recursos humanos y materiales, para el desarrollo del producto y la realización de las pruebas, tomando como referencia las fases del ciclo de vida del desarrollo de un sistema, mostradas en la figura 1.2. Cabe aclarar que el estudio de factibilidad quedó implícito en proceso de desarrollo de la propuesta técnico-económica, que se requiere para la elaboración de un contrato y las fases de implantación y mantenimiento serán llevadas a cabo una vez que se ponga en marcha el proyecto de innovación.



Figura I.2. Fases del ciclo de vida del desarrollo de un sistema

El producto para fines comerciales que se obtuvo como resultado de este trabajo de tesis es un software que se apega al estándar ANSI/ISA-95, para la integración de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio en las instalaciones de producción de hidrocarburos, cubriendo los grupos de **objetos**⁸ de las categorías de personal, equipo y material. Este software permite la visualización de la información de la planta a través de un explorador de Internet y se requiere que los sistemas de información involucrados tengan los medios de comunicación y estén configurados para suministrar la información demandada por un usuario para poder realizar sus actividades de forma eficiente y permitiendo llevar una planeación y toma de decisiones eficaces. Como parte de este trabajo de tesis se plantearon los esquemas y la arquitectura del sistema para la integración de la información de estos sistemas, que incluyó el desarrollo de un programa de aplicación y se realizaron las pruebas para su validación en el Activo de Explotación Pol-Chuc⁹, perteneciente a PEMEX Exploración y Producción, lo cual se describe en los capítulos 5 y 6.

En el capítulo 7 se presentan las conclusiones, donde se revisan los logros obtenidos, los trabajos futuros y comentarios finales acerca de los factores de éxito de este trabajo de tesis.

Al final de este documento se incluyen seis anexos que contienen un resumen de los modelos de los objetos planteados en el estándar ANSI/ISA-95, la notación del Lenguaje Unificado para el Modelado (UML), las guías de entrevistas para la detección de necesidades de información y para la validación del planteamiento para la integración de los sistemas de la información desarrollado en este trabajo de tesis, una síntesis de la teoría básica de los objetos, las clases de objetos y sus atributos propuestos para el manejo de información de material, equipo y personal en PEP y la información general de los procesos y equipos para la producción de hidrocarburos en el activo Pol-Chuc

NOTAS

1. Afuah, Allan. *Innovation Management. Strategies, Implementation and Profits*. Oxford University Press. N. Y. 1998. p. 385.
2. El software orientado a objetos permite el intercambio de información entre distintos programas, introduciendo en una caja negra las propiedades y atributos del objeto referenciado, con lo cual cada objeto adquiere una identidad propia, pero relacionada con objetos similares que pertenecen a la misma clase.
3. Plan Estratégico Institucional 2002-2006. Instituto Mexicano del Petróleo.
4. Plan de negocios 2002-2010. Pemex Exploración y Producción. Abril de 2002.
5. Kerzner, Harold. "Project Management". John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. 8a. Ed. 2003. Pp. 102-110.
6. Afuah, Allan. Ídem. pp. 99-108.
7. Liebowitz, Jay. "Knowledge Management HandBook". CRC Press LLC. 1999. p. 1-5.
8. Un objeto es algo que tiene estado, comportamiento e identidad, donde su estructura y comportamiento con otros objetos similares se define en una clase común. En el anexo D se presenta un breviarío relacionado con este concepto.
9. Un Activo de Explotación es el equivalente a una Gerencia, de acuerdo a la estructura organizacional de PEP, y depende de una Subdirección Regional.

Capítulo 1

EL PAPEL DE LA INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LA ADMINISTRACIÓN DEL NEGOCIO EN PEP

Una empresa altamente competitiva en los mercados nacionales, regionales o globales requiere desde el punto de vista tecnológico principalmente altos niveles de automatización de sus procesos, medios de comunicación eficientes y sobre todo una gran capacidad de integración y manejo de la información. Algunas estrategias del plan de negocios 2002-2010 de PEP¹ están dirigidas a optimizar los procesos productivos y a mejorar la eficiencia administrativa y operativa. Las tecnologías críticas de bases de datos, de simulación y de automatización, consideradas por PEP en su plan de negocios están sumamente relacionadas, por lo cual en este trabajo de tesis se propuso realizar un planteamiento de integración de los sistemas de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio, de tal forma que la inversión de PEP en este tipo de tecnología contribuya a revertir las tendencias crecientes de costos de algunos campos petrolíferos maduros, permitiendo alcanzar niveles internacionales de eficiencia en costos, seguridad y protección ambiental.

Las actividades del personal de PEP relacionadas con el control de la producción y la administración se han realizado tradicionalmente con base en la información que se va recopilando e integrando en todas las áreas, de una manera principalmente manual y que conlleva una duplicidad de labores, un aumento del tiempo de ejecución de las actividades y de la toma de decisiones. Una preocupación reciente de PEP es integrar toda la información necesaria de una forma automatizada, con la finalidad de contribuir a maximizar sus beneficios económicos.

Se han hecho esfuerzos internacionales para proponer modelos de integración de la información empresarial, siendo aprobado en el año 2000 el estándar ANSI/ISA-95, que plantea la integración de la información de los sistemas de control de proceso y de la administración del negocio y que sirve de referencia para los planteamientos aquí realizados.

La información es la base del conocimiento y una alta prioridad de la administración es conformar una organización basada en éste².

1.1. Antecedentes

Desde 1991 he participado en los proyectos del Grupo de Optimización de Instalaciones de Producción (GOIP) del Instituto Mexicano del Petróleo, proporcionando asistencia técnica en la automatización de las instalaciones de PEMEX Exploración y Producción, ya que mi formación profesional es Ingeniero Mecánico Electricista, con especialidad en electrónica. Durante este periodo de tiempo hemos detectado que los principales problemas para el intercambio de información entre los sistemas de control y los informáticos radican principalmente en la incompatibilidad en los estándares de comunicación y en las bases de datos.

Lo anterior, combinado con una deficiente planeación de la automatización, la falta de lineamientos en materia de automatización y el incorrecto seguimiento de los proyectos de automatización de las instalaciones de Producción, fortalece la formación de islas de información que provocan una reducción de los tiempos de respuesta en cada una de las actividades de los procesos productivos, haciéndolos menos eficientes.

El GOIP ha realizado planes rectores de automatización para varios Activos de Explotación de PEP, lo que ha permitido que los sistemas de control que se han instalado recientemente se apeguen a estándares o lineamientos, para poder lograr la conectividad y la interoperabilidad³ entre ellos, lo que facilita el manejo de la información para conseguir una eficiencia operativa en el control de los procesos de las plantas de producción de hidrocarburos.

El estado actual de la automatización de varios activos en PEP es relativamente avanzado, considerando que se tienen varios sistemas de control en una sola instalación de producción. Por lo anterior, se hace necesario integrar la información que maneja cada uno de estos sistemas y compartirla con los sistemas que se emplean para realizar la operación de los procesos de producción, la planeación y la toma de decisiones en el negocio.

En PEP se tienen implantados muchos sistemas que concentran y administran la información de áreas específicas. Los esfuerzos de integración de la información en forma global han sido grandes, pero aún no se tienen resultados totalmente satisfactorios, ya que los enfoques de estos sistemas no consideran todos los elementos de origen y destino de la información, que permitan su manejo en

forma automatizada. El SIOPDV (Sistema de Información de Producción, Distribución y Ventas) es un ejemplo reciente de estos esfuerzos de integración de la información.

El flujo de la información en la mayor parte de los casos es unidireccional, siendo transferida exclusivamente a los grupos que por tradición se encargan de la operación de las instalaciones de producción de hidrocarburos. En PEP intervienen múltiples áreas para llevar a cabo la planeación y la toma de decisiones, que permitan a la empresa ser competitiva; en la mayoría de los casos el área que requiere información debe solicitarla oficialmente y después de un tiempo de espera la recibe en papel o en formato digital. Las limitaciones en el manejo de la información son grandes, debido a una cultura burocrática y solo en los mejores casos se tienen sistemas informáticos aislados relativamente eficientes, con información limitada a un área en específico, porque las políticas de los niveles directivos han favorecido a su implantación y sostenimiento.

La recolección de la información se hace por lo regular en forma manual, y para que llegue a residir en una base de datos de un sistema digital debe pasar por un proceso que puede variar desde varios minutos hasta horas. El proceso general consiste en la toma de lecturas u obtención de información a partir de medidores, equipos, sistemas o software; posteriormente se vacían los resultados en un formato y se transfieren a un área encargada de concentrarlos utilizando algún medio disponible, tal como teléfono, fax o la intranet de PEP. Dicha área introduce la información a la base de datos de un sistema de información y queda disponible en archivos, principalmente en forma de reportes.

En años recientes se ha hecho más patente la necesidad de estandarizar el tipo de la información que se maneja en una empresa, abarcando todas aquellas áreas que tienen que ver con la productividad de la misma, incluyendo las administrativas.

En octubre de 1995 se aprobó el estándar ANSI/ISA S88.01⁴ que está dirigido al control por lotes y que abarca el manejo de la información hasta las células de proceso, es decir un agrupamiento de equipo para producir uno o más lotes. En febrero de 2001 se liberó la parte de este estándar, que contempla las estructuras de datos y guías para lenguajes⁵.

Dos arquitecturas populares para la integración de sistemas de información empresarial son la estructura empresarial de Zachman, desarrollada por John Zachman⁶ y la arquitectura de referencia de Purdue (PERA), desarrollada por el profesor Theodore Williams de la Universidad de Purdue⁷. La estructura empresarial de Zachman es una estructura lógica para clasificar y organizar en forma descriptiva las representaciones de una empresa en su administración y en el desarrollo de sus sistemas, que sirve para involucrar más detalles e interrelaciones que deben considerarse simultáneamente. Contempla los aspectos “Qué” (material), “Cómo” (función o proceso), “Dónde” (geometría o redes), “Quién” (organización) y “Cómo” (estrategia). PERA es un modelo empresarial genérico con la metodología para definir la planeación de la empresa, a lo largo de su ciclo de vida. Contempla todos los documentos y herramientas existentes que se pueden ajustar a su estructura, bajo los conceptos básicos de instalaciones de producción, organización y sistemas de control e información.

El comité técnico europeo CEN TC310 WG1 está trabajando en el desarrollo de soluciones de integración de información en las empresas de manufactura.

Un estándar internacional aprobado en el año 2000 es el ANSI/ISA-S95.00.01⁸ que define la terminología y las funciones relevantes en la administración de la empresa y el dominio del control. La parte 2 de este estándar se liberó en el año 2001 e incluye más detalles y ejemplos para ilustrar los modelos definidos en la parte 1⁹. La parte 3 de este estándar aún no ha sido liberada y toma como referencia los modelos PERA y MESA (MES Association) para lograr hacer una visión de una empresa con sistemas de información totalmente integrados.

La información una vez integrada podrá favorecer a los grupos que participan en todas las fases de los procesos tanto productivos como de la administración del negocio, por ejemplo, para la investigación y el desarrollo de campos, el control y optimización de la producción, la administración del mantenimiento, la planificación de la producción, la seguridad de las instalaciones, la administración de los proyectos, etcétera.

1.2. Definición del problema y diagnóstico

La información juega un papel muy importante en todas las áreas de PEP; el problema que se tiene es que el personal no dispone de información oportuna y completa para realizar sus actividades, además de que en algunos casos ésta no es confiable, ya que se requiere hacer comparaciones de resultados del trabajo de diferentes áreas de especialidad y no siempre se tienen en forma conjunta o son muy dispares. Lo anterior obliga a que se tomen las decisiones con probabilidades menores de que surtan el efecto esperado.

El diagnóstico es el siguiente:

La información que es alimentada manualmente en los sistemas informáticos es susceptible de ser mal capturada o alterada, dando como resultado la apariencia de que todo está saliendo bien cuando no lo es, o viceversa. Este proceso es lento y la información que se obtiene es diferida, lo cual también ocurre debido a la aplicación de procedimientos burocráticos en su solicitud y suministro, por lo que se corre el riesgo de que las decisiones que se vayan a tomar puedan ser perjudiciales. De aquí que sea importante que los indicadores que permiten tomar decisiones sean lo más recientes, de preferencia instantáneos.

Dos áreas diferentes utilizan información que debiera ser igual, pero no siempre lo es, porque proviene de fuentes distintas, algunas veces por mediciones por separado o por procesamiento independiente. El resultado de los análisis, desemboca en la realización de actividades ineficientes, que provoca que la planeación y la toma de decisiones ocasionen problemas potenciales tal como una baja eficiencia productiva y duplicidad de funciones y órdenes, llegando incluso hasta poner en riesgo la integridad del personal y de las instalaciones.

Los reportes que emplea el personal de las áreas operativas, los planeadores y tomadores de decisiones consideran la información relativa al control de los procesos en las instalaciones de producción de hidrocarburos, desvinculado de la información detallada de costos que intervienen en la cadena de valor de PEP, lo cual dificulta el enfoque del análisis para la toma de decisiones en los objetivos y metas del negocio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un planteamiento para integrar la información que se maneja en el dominio del control de la producción y la que se utiliza para la administración del negocio, para incrementar la eficiencia en la planeación y toma de decisiones en todos los niveles jerárquicos de PEMEX Exploración y Producción (PEP).

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Desarrollar un planteamiento para integrar la información del control de los procesos de producción y de la administración del negocio, con apego al estándar ANSI/ISA-95.
- 2) Realizar la configuración de un sistema de información, de acuerdo al planteamiento desarrollado para su implantación en PEP.
- 3) Proponer una estrategia de implantación en PEP de un sistema integral de información del control de los procesos de producción y de la administración del negocio.
- 4) Realizar una prueba del sistema diseñado de acuerdo al planteamiento desarrollado, para validar su funcionalidad en una muestra seleccionada en PEP.

1.4. Hipótesis

Si se plantea a PEP un proyecto de innovación para integrar sus sistemas de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio, bajo un estándar internacional, entonces éste será aceptado y contratado.

1.5. Justificación

Los sistemas informáticos que seleccionan la información relevante y que la intercambian con otros sistemas de manera automatizada, las herramientas de análisis apropiadas, las metodologías para el máximo aprovechamiento de la información y las tecnologías de telecomunicaciones son aspectos estratégicos considerados por PEP en su plan de negocios 2002-2010 para poder transformarse en una empresa altamente competitiva.

La integración de sistemas de información de todas las actividades de la empresa puede aportar varios beneficios, tales como la duplicidad de labores, la reducción del tiempo de ejecución y la capacidad de planear y tomar decisiones más efectivas y con menor riesgo.

La administración de la información previene la duplicidad de la información y por consecuencia la duplicidad de labores para conseguirla o tratarla.

La reducción del tiempo de ejecución en todas las actividades incrementa la eficiencia global y posibilita la toma de decisiones más rápidamente, para responder a los entornos tan cambiantes.

La integración de los sistemas de información de los procesos productivos y de la administración del negocio de PEP debe realizarse con orden, con apego a estándares internacionales y con el empleo de tecnologías probadas y estables; por ello además de considerar el estándar ANSI/ISA-95 y validar los planteamientos realizados, es indispensable establecer una estrategia de implantación.

NOTAS

1. Plan de negocios 2002-2010. Pemex Exploración y Producción. Abril de 2002.
2. Porter, Alan L. "The Information Revolution. Current and Future Consequences". Ablex Publishing Corporation. USA. 1998. P. 36.
3. NRF-046-PEMEX-2001 "Protocolos de Comunicación en Sistemas Digitales de Monitoreo y Control" PEMEX. 2001.
4. ANSI/ISA-88.01-1995 "Batch Control Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 1995. ISBN: 1-55617-652-0.
5. ANSI/ISA-88.00.02-2001 "Batch Control Part 2: Data structures and Guidelines for Languages". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2001. ISBN: 1-55617-745-3.
6. "A Framework for Information Systems Architecture." John A. Zachman. *IBM Systems Journal*, vol. 26, no. 3, 1987. IBM Publication G321-5298. 914-945-3836 or 914-945-2018 fax
7. Modelo PERA. Página electrónica www.pera.net
8. ANSI/ISA-S95.00.01. Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology. Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2000. ISBN: 1-55617-727-5.
9. ANSI/ISA-S95.00.02. Enterprise-Control System Integration, Part 2: Data Structures and Attributes. Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2001. ISBN: 1-55617-773-9.

Capítulo 2

EL ESTÁNDAR ANSI/ISA 95

El estándar ANSI/ISA 95 desglosa detalladamente las áreas involucradas con el dominio del control y transferencia de información para cubrir los requerimientos de calidad del proceso productivo, mostrando modelos individuales y globales. También indica la información que se deriva de cada una de las áreas y delimita la interfaz entre la incumbencia de los sistemas para la administración del negocio y los específicos para el control y manejo de la producción. El estándar tiene matices de haber sido desarrollado para aplicación en industrias de manufactura, probablemente tomado a partir del ANSI/ISA-88.01-1995 y después ajustado para su aplicación a industrias de producción continua. No obstante sus orígenes, el estándar se puede aplicar a PEMEX Exploración y Producción, ya que los modelos planteados están pensados para aplicarse y ser compatibles con la infraestructura informática comercial vigente.

2.1. Alcance

La primera parte del estándar ANSI/ISA 95 describe los modelos de jerarquía de las actividades involucradas en las empresas con control de manufactura y el modelo general de las funciones en una empresa, que está relacionada con la integración de la información del negocio y el del control del proceso. Se limita a describir los modelos de la jerarquía en el manejo de la información y los modelos de los objetos considerados en el manejo de esta información, tal como la capacidad de la producción, el personal, el equipo, los materiales, etcétera. Esta parte menciona el uso de las herramientas **SPC** y **SQC**¹ en el aspecto de la administración de la calidad, dejando abierta la gama de aplicaciones de otras herramientas para otros ámbitos. No muestra la aplicabilidad del modelo en la práctica, considerando la interacción entre aplicaciones y sistemas, o al menos la sugerencia de algún prototipo práctico.

La segunda parte del estándar ANSI/ISA 95 define los detalles del contenido de la interfaz entre las funciones del control de la producción y otras funciones que se llevan a cabo en la empresa. Esta

parte describe los atributos y sus propiedades para cada uno de los objetos en los modelos que se presentan en la primera parte; una de las cláusulas establece los criterios para asegurar el completo apego al estándar, así como la conformidad y el cumplimiento.

2.2. Glosario de términos

Empresa. Es un conjunto de uno o más sitios y que es responsable de determinar qué, dónde y cómo los productos serán manufacturados.

Sitio. Es un agrupamiento lógico, físico o geográfico determinado por la empresa. Puede contener áreas, líneas de producción, células de proceso y unidades de producción. Una localización geográfica y la capacidad de producción principal usualmente identifica a un sitio, por ejemplo un complejo de producción de PEP.

Área. Es un agrupamiento lógico, físico o geográfico determinado por el sitio. Puede contener células de proceso, unidades de producción y líneas de producción. Un ejemplo es la plataforma de un complejo de producción de PEP.

Unidad de producción. Está compuesta de elementos de bajo nivel tales como módulos de equipo, sensores y actuadores y que en conjunto operan de una manera relativamente autónoma. Usualmente convierte, separa, o reacciona materia prima para producir productos intermedios o finales de una forma continua. Un ejemplo es una **endulzadora de gas amargo**².

Línea de producción y célula de trabajo. Es una serie de partes o equipos dedicados a la producción de uno o varios productos. Son usualmente identificados cuando hay flexibilidad en la ruta de trabajo en una línea de producción. Principalmente se emplea cuando se manufactura parcialmente un producto en un **proceso de manufactura discreta**³.

Célula de proceso. Es un agrupamiento lógico de equipo para producir uno o más lotes. Se emplea en procesos de manufactura por lotes, por ejemplo en una línea de mezclado.

Segmento de producto. Es el área de información que describe una tarea o un trabajo consistente de uno o más elementos de trabajo. Es la vista más detallada de un proceso en el sistema del negocio para controlar material, trabajo, uso de recursos, costo y calidad.

Segmento de proceso. Es una colección de capacidades necesarias para un segmento de producción, independiente de cualquier producto particular. Incluye las capacidades de material, energía, personal y equipo.

Capacidad de producción. Es la máxima capacidad disponible para ser empleada en la producción. Contempla la capacidad disponible, la capacidad comprometida y la capacidad no disponible.

2.3. Propiedades y atributos de los modelos de los objetos

Una de las más importantes representaciones gráficas del **modelo de referencia purdue**⁴ es la jerarquía de control y programación, mostrado en la figura 2.1, el cual es la base del estándar ANSI/ISA 95.

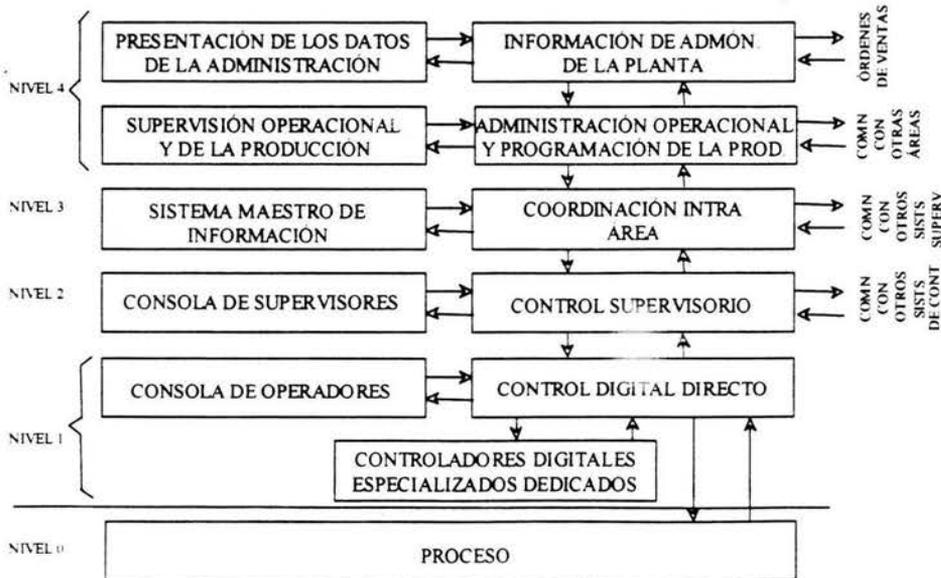


Figura 2.1. Estructura jerárquica para un sistema de control basado en computadora para una planta industrial

El modelo de jerarquía del equipo que muestra la figura 2.2 es una expansión del modelo descrito en los estándares IEC 61512-1 y el ANSI/ISA-88.01-1995, incluyendo la definición de los recursos para

la **manufactura discreta y continua**⁵. Este modelo define las áreas de responsabilidad para los diferentes niveles de función definidos en el modelo de jerarquía.

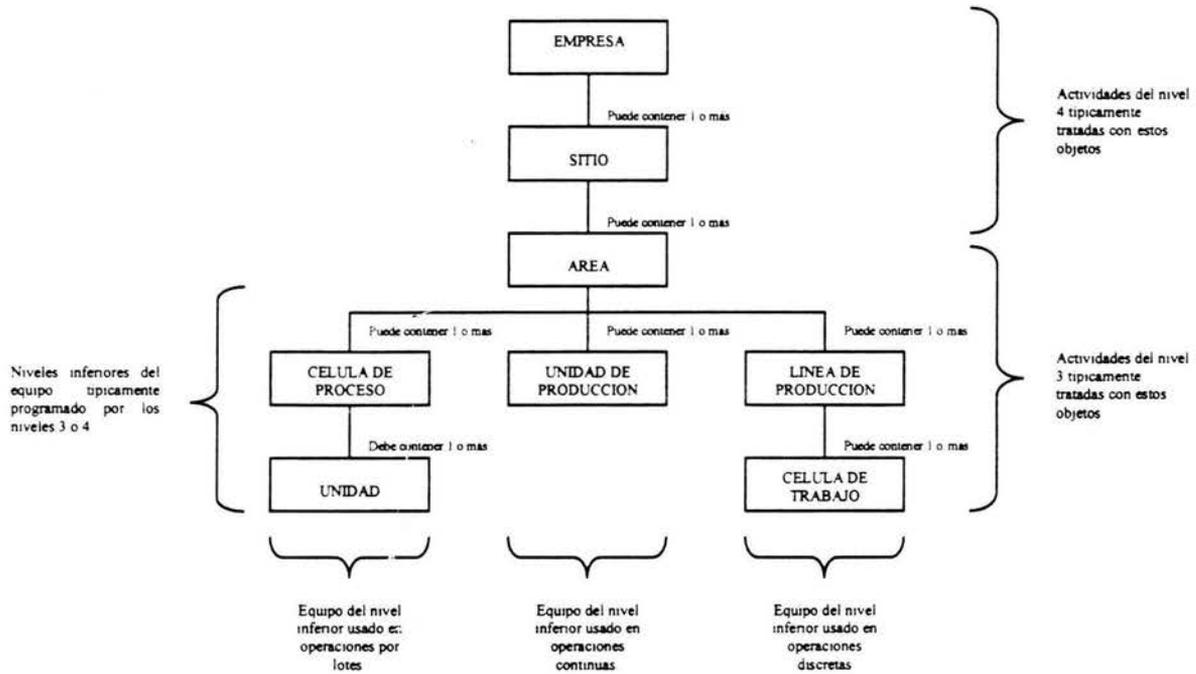
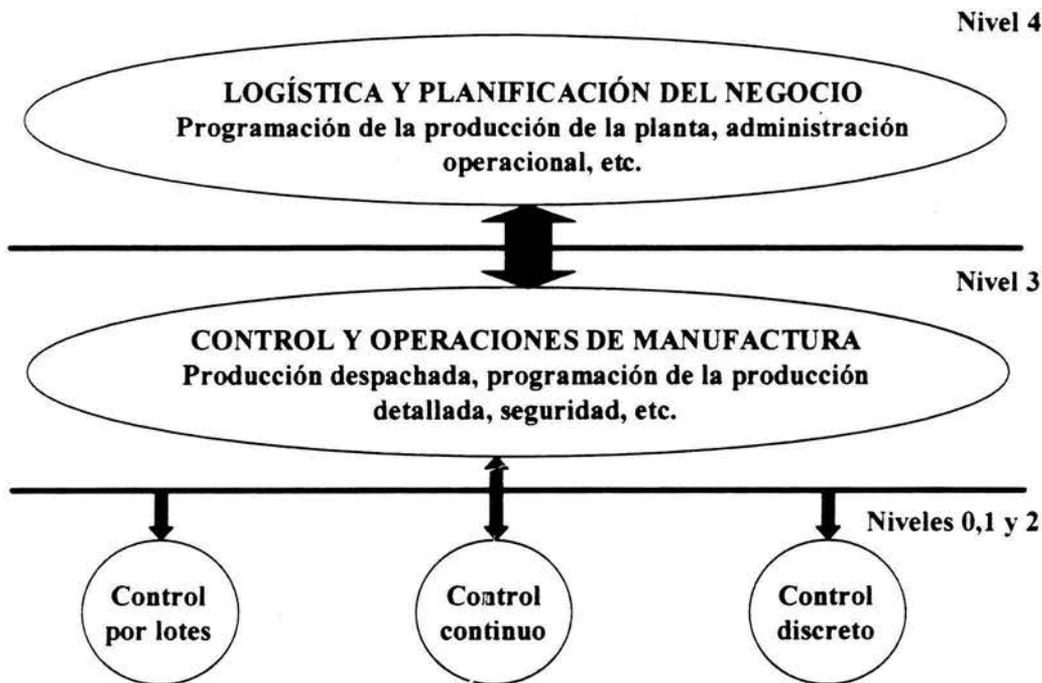


Figura 2.2. Jerarquía del equipo⁶.

El modelo de jerarquía asociado con los sistemas de control de manufactura y otros sistemas del negocio consta de 4 niveles como lo muestra la figura 2.3. Este modelo define los niveles jerárquicos en la toma de decisiones, de los cuales el estándar ANSI/ISA 95 se enfoca al 3 y al 4.

Los niveles 0, 1 y 2 definen las funciones de supervisión de las células de proceso o líneas de producción, las funciones de operación y las funciones del control de proceso.

El nivel 3 se enfoca principalmente a recolectar datos para la elaboración de reportes, los cuales están relacionados con la producción, el inventario, fuerza de trabajo, materia prima, partes de repuesto y el uso de la energía. Adicionalmente establece la programación de la producción, mantenimiento y transportación por cada área de producción para la optimización local de costos.

Figura 2.3. Jerarquía funcional⁷

El nivel 4 está orientado a la planeación global de la planta, incluyendo actividades tales como planeación del mantenimiento, programación básica de la producción de la planta, uso de materia prima y partes de repuesto, uso de la energía, programa óptimo de mantenimiento preventivo y renovación de equipo, determinación de niveles óptimos de los recursos utilizados para producir y la planeación de la capacidad de producción.

La figura 2.4 muestra las interacciones que tienen los sistemas de control de la producción y los otros sistemas del negocio.

La capacidad de producción relaciona la información de mantenimiento, la información de la capacidad de programación y la información de la capacidad de producción. En los traslapes de estas relaciones se obtiene información de la capacidad de producción, del mantenimiento preventivo y predictivo, de la disponibilidad del equipo programado para la producción y del estado del equipo de producción.



Figura 2.4. Áreas de intercambio de información⁸

La definición del producto relaciona la información de la lista de materiales, la lista de recursos y de las reglas para producir. La información más importante que se obtiene es la información de producción de un producto específico con el detalle requerido para la producción actual, el segmento de un producto (tareas de uno o más elementos de trabajo), información de los materiales de un producto específico y la información de la programación de un producto específico.

La producción relaciona la información histórica de producción, la información del inventario de producción y la información de la programación de la producción. La información que se genera es la historia de la producción real, la información del material de producción, información de todo el material y equipo inventariado, programación de la producción y su desempeño, información de la programación de la producción y la información del segmento de producción (información histórica de un segmento de producción).

En el anexo A se presentan y describen los modelos planteados en la norma ANSI/ISA-95, para la representación y el manejo de la información a través de objetos, sus propiedades⁹ y atributos¹⁰, para la capacidad de producción, la definición del producto y la producción, incluyendo los modelos

para la información de personal, material y equipo. En el anexo B se presenta la descripción de la notación UML¹¹ que se emplea en los diagramas de estos modelos.

NOTAS

1. El Control Estadístico de Proceso (SPC) es una herramienta estadística para monitorear la estabilidad, consistencia y desempeño de los procesos continuos, discretos y por lotes. El Control Estadístico de la Calidad (SQC) es una herramienta para revisar si el proceso está funcionando dentro de lo permitido por los estándares de calidad.
2. Una endulzadora de gas amargo se encarga de eliminar componentes ácidos del gas natural.
3. ANSI/ISA-88.01-1995 "Batch Control Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 1995. P.18.
4. Williams, T.J., Ed. A reference model for Computer Integrated Manufacturing (CIM), A description from the viewpoint of industrial automation, minutes, CIM Reference Model Committee, International Purdue Workshop on Industrial Computer Systems, Purdue University, West Lafayette IN (1988) ISA Research Triangle Park, NC (1989).
5. ANSI/ISA-88.01-1995 "Batch Control Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 1995. P.18.
6. ANSI/ISA-S95.00.01. "Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2000. P. 23.
7. ANSI/ISA-S95.00.01. "Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2000. P. 19.
8. ANSI/ISA-S95.00.01. "Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2000. P. 40.
9. Una propiedad determina la manera de funcionamiento de un objeto que pertenece a una determinada clase. Una clase representa un conjunto de objetos que comparten una estructura común y un comportamiento común.
10. Los atributos son las características individuales que diferencian un objeto de otro y determinan su apariencia, estado y otras propiedades.
11. UML significa Lenguaje Unificado para Modelado.

Capítulo 3

ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA

La mayoría de los procesos de producción de hidrocarburos en PEMEX Exploración y producción son del tipo continuo, lo cual no restringe la aplicabilidad del estándar ANSI/ISA-95.

Antes de ajustar los modelos presentados en las partes 1 y 2 de este estándar se revisó la estructura organizacional de PEP, las funciones y responsabilidades en cada área y el tipo de información que se emplea en cada una de ellas. Se llevó a cabo una entrevista a una muestra con clases de empleados representando las diversas áreas del Activo de explotación Pol-Chuc, como parte de un análisis de mercado para detectar las necesidades de información, los problemas más comunes en su manejo y para obtener ideas para el planteamiento del producto que habría que desarrollarse.

3.1. Estructura organizacional en PEP

PEMEX Exploración y Producción, como lo muestra la figura 3.1, está representado por una Dirección General que encabeza a las Subdirecciones de perforación y Mantenimiento de Pozos, de Tecnología y Desarrollo Profesional, de Planeación, de Administración y Finanzas y las Subdirecciones de las regiones Norte, Sur, Suroeste y Noreste.

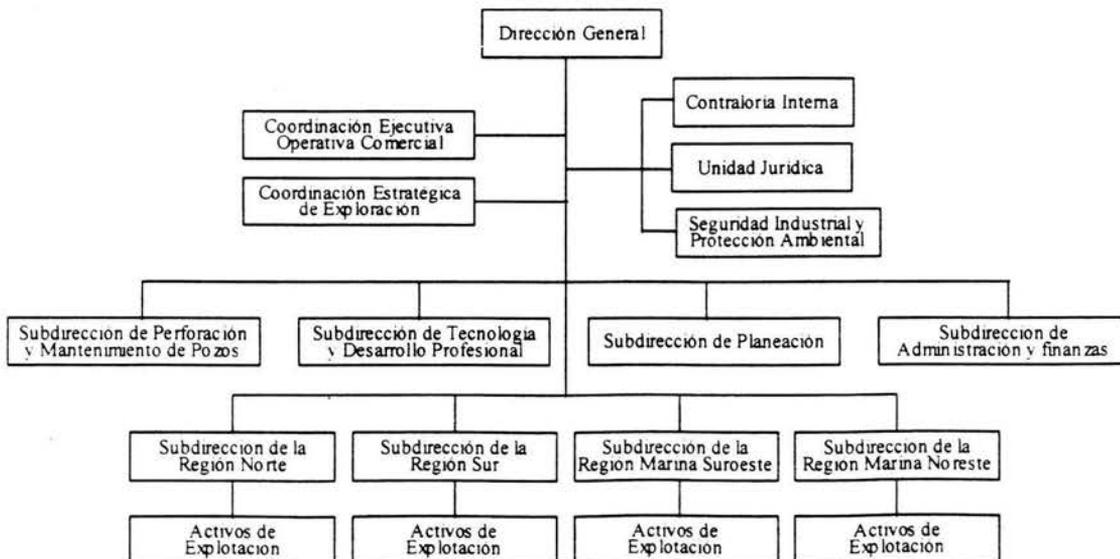


Figura 3.1. Estructura Organizacional de PEP.

Cada Subdirección de una región específica está a cargo de varios Activos de Explotación, que son las estructuras organizacionales que administran todas las operaciones de los campos de producción petroleros a su cargo. La Dirección General tiene una contraloría Interna, La unidad Jurídica, una Coordinación Ejecutiva Operativa Comercial, una coordinación Estratégica de Exploración y SIPA (Seguridad Industrial y Protección Ambiental).

3.2. Estructura organizacional de los activos en PEP

Los Activos de Explotación en forma general están compuestos de una Administración, de la cual dependen las Subgerencias de Diseño de Explotación, de Mantenimiento y Apoyo Operativo, de Operación de Explotación y de Administración y Finanzas; así mismo generalmente le reportan los grupos de apoyo de Informática y Sistemas, Ayudantía Técnica, Control y Mitigación de Riesgos, Evaluación y el Subcomité de Calidad, como se muestra en la figura 3.2.

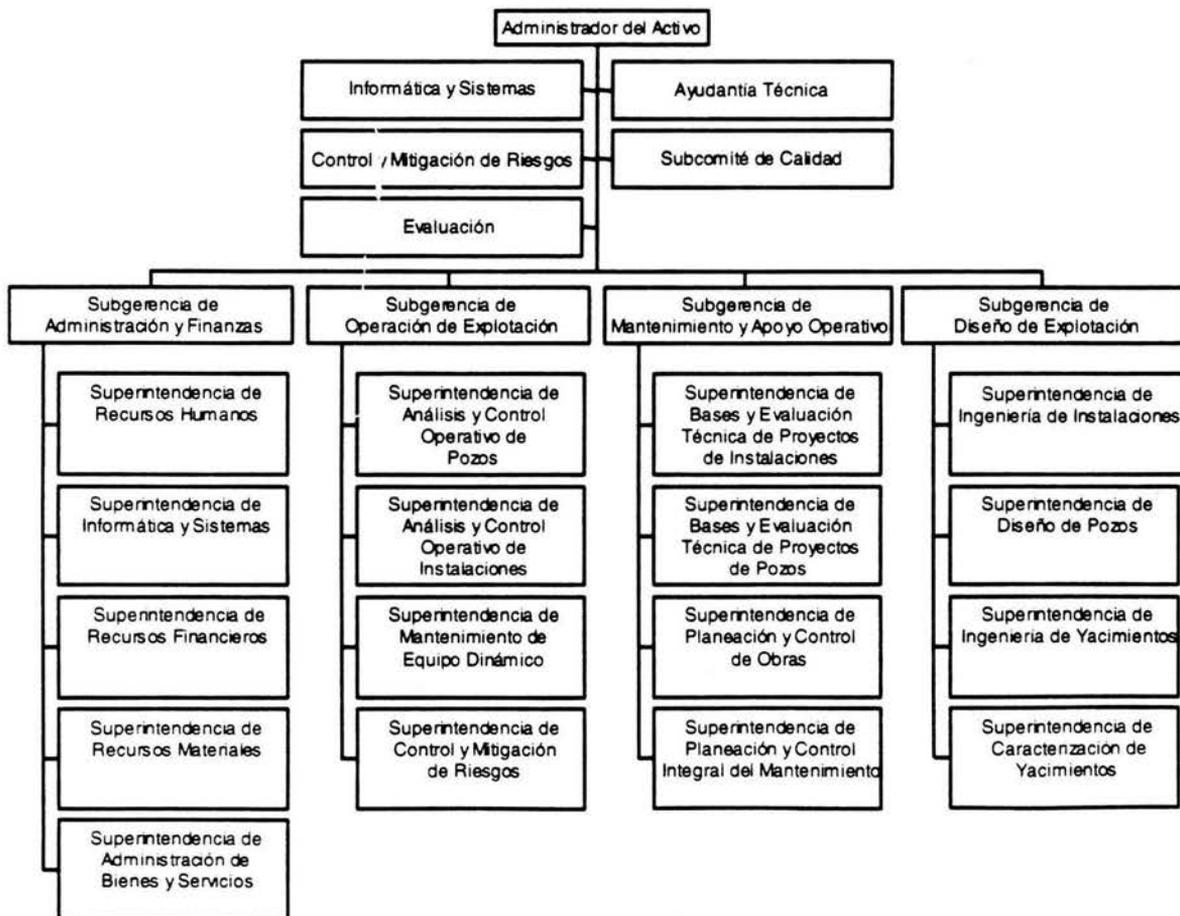


Figura 3.2. Organigrama estructural de un Activo de Explotación.

Las funciones del Activo son:

- Prepara un plan estratégico para el desarrollo y explotación de los yacimientos.
- Elabora y ejecuta los programas de operación de los pozos.
- Es responsable de vigilar y mantener el estado óptimo de las instalaciones marítimas y terrestres a su cargo.
- Justifica y mantiene los recursos financieros para el desarrollo de los proyectos de inversión.
- Es responsable de la administración de la calidad en el Activo.

El objetivo básico de la Subgerencia de Diseño de Explotación es realizar estudios de caracterización de yacimientos, pozos e infraestructura, con el objeto de establecer planes estratégicos de desarrollo de los yacimientos, que resuelvan alternativas de corto, mediano y largo plazos, a fin de maximizar el valor económico de las reservas de hidrocarburos, cumpliendo con las normas de seguridad y protección al medio ambiente.

El objetivo básico de la Subgerencia de Operación de Explotación es coordinar la operación de pozos e instalaciones de producción, aprovechando en forma integral los hidrocarburos producidos, mediante un mantenimiento seguro y confiable a los equipos principales y auxiliares, aplicando las normas de seguridad y protección al medio ambiente, con el fin de realizar la entrega de productos con la cantidad y calidad suscrita por sus clientes.

El objetivo básico de la Subgerencia de Mantenimiento y Apoyo Operativo es proporcionar los servicios de Ingeniería de Instalaciones y Pozos; construcción de obras y mantenimiento de la infraestructura de explotación de hidrocarburos del activo, cumpliendo con las normas de calidad, seguridad y protección ambiental, dentro de los tiempos establecidos, con el fin de garantizar la continuidad operativa y la maximización del valor económico.

El objetivo básico de la Subgerencia de Administración y Finanzas es coordinar las actividades orientadas al manejo óptimo de los recursos humanos y financieros del Activo, supervisando que el suministro de los requerimientos por las áreas que los conforman, se den con oportunidad y calidad dentro de la normatividad vigente, a fin de apoyar el cumplimiento de sus objetivos.

El objetivo básico de la Superintendencia de Evaluación es analizar la información generada en el Activo, haciendo uso de herramientas estadísticas, económicas y financieras, con la finalidad de emitir trabajos y recomendaciones que en el corto y mediano plazo respalden la toma de decisiones de la Administración del Activo.

El objetivo básico de la Superintendencia de Control y Mitigación de Riesgos es reducir el índice de accidentes del Activo para incrementar la seguridad del personal; participar en la reducción de anomalías del Activo con el fin de garantizar la seguridad y el confort de las instalaciones y lograr su certificación; mantener en óptimas condiciones de operación el equipo de detección y supresión de gas y fuego, así como el equipo de salvamento para enfrentar cualquier contingencia; incrementar la cultura de seguridad y protección ambiental en los procesos con la finalidad de lograr estándares internacionales.

El objetivo básico de la Superintendencia de Informática y Sistemas es mantener en condiciones óptimas de operación la infraestructura tecnológica informática que garantice a los usuarios la continuidad y disponibilidad de los productos y servicios de los sistemas de técnicos de explotación instalados en el Activo.

3.3. Detección de necesidades de información.

Para el diagnóstico y la detección de necesidades de información, se entrevistó a una muestra de 23 empleados del Activo Pol-Chuc, representativa de las diferentes áreas, de acuerdo al organigrama mostrado en la figura 3.2. Se solicitó a los responsables de cada área que designaran al menos a una persona que más conociera sobre las necesidades y problemas con la información que se maneja en ella. El objeto de las entrevistas fue obtener la información para detectar las necesidades y los problemas de información en el Activo Pol-Chuc, su calidad y las propuestas para organizarla, actualizarla y controlarla. Su aplicación se hizo cuestionando en forma presencial a los empleados que fueron seleccionados para ser entrevistados, con lo cual se redujo el tiempo de respuesta.

El anexo C contiene la guía de entrevista que se aplicó a la mencionada muestra la cual consta de 9 preguntas. La categorización de las respuestas obtenidas para estas nueve preguntas se muestra en las figuras 3.3 a 3.11.

La figura 3.3 muestra que el 64% del personal entrevistado tiene el concepto de que un SIIP es una base de datos para consulta de información, en tanto que el restante 36% lo visualiza como un conjunto de hardware, software, bases de datos, redes de comunicaciones, herramientas, procesos, manuales y automatización, enfocados al procesamiento de datos para obtener información suficiente, correcta y oportuna, que sirve para la toma de decisiones en cualquier parte de un proceso productivo.

Pregunta 1.- ¿Cuál es el concepto que usted tiene de un Sistema Integral de Información de Proceso?

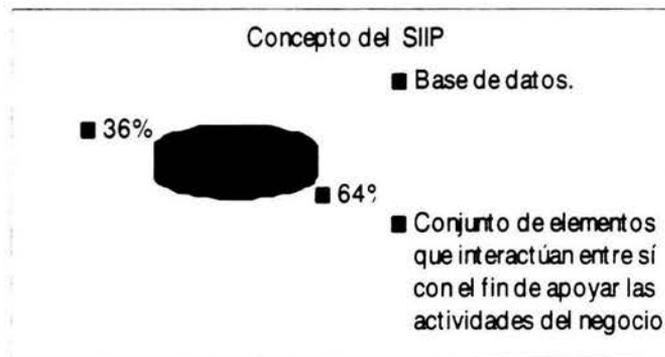


Figura 3.3. Concepto del SIIP.

En la figura 3.4 se observa que la información operativa (variables de los procesos), la información técnica (relativa al mantenimiento y a la documentación del diseño de las instalaciones) y la administrativa (logística, recursos humanos y materiales, principalmente) es la más solicitada, aunque el aspecto financiero también ocupa cerca del 10% del total.

Pregunta 2.- ¿Qué tipo de información relativa a los procesos de PEMEX desearía usted poder consultar desde su computadora?

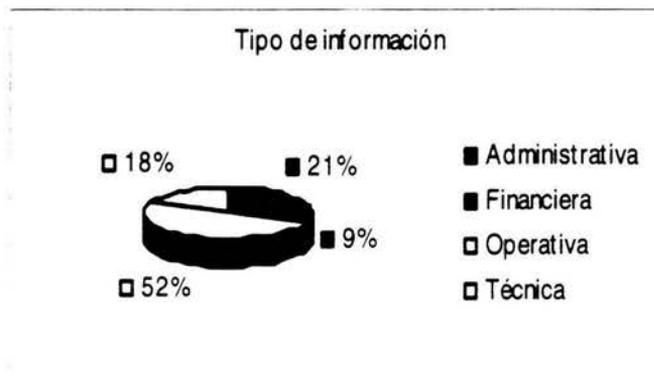


Figura 3.4. Necesidades del tipo de información.

En la figura 3.5 se puede ver que el mayor problema relativo al manejo de información son los retrasos en su obtención; adicionalmente se considera que la información es de poca calidad. El 10% de los entrevistados piensa que existe filtrado en los volúmenes de la información que se maneja.

Pregunta 3.- ¿Cuáles son los problemas relativos al manejo de información de proceso a los que se enfrenta con mayor frecuencia?

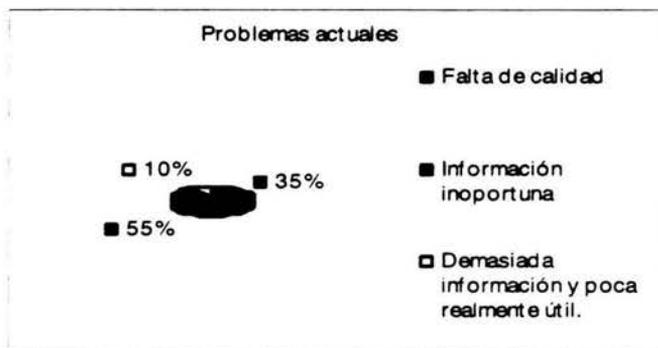


Figura 3.5. Problemas en el manejo de la información.

La figura 3.6 representa las propuestas de solución a los problemas detectados en la pregunta 3. Se propuso la utilización de equipos de cómputo robustos, además de llevar un control de usuarios con claves de acceso al sistema, para mantener un mejor control de la accesibilidad a la información.

La mayoría de las Superintendencias coinciden en el hecho de contar con un generador de reportes dinámico o histórico, que contenga datos consistentes y fiables, que les sean de utilidad para una buena toma de decisiones partiendo de una misma base de datos.

Pregunta 4.- ¿Qué mecanismos propone usted para resolver estos problemas?

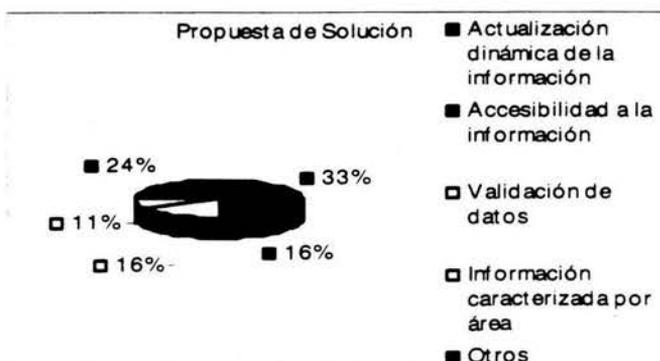


Figura 3.6. Propuestas de solución de problemas en el manejo de la información.

La figura 3.7 muestra los porcentajes de los tres tipos de problemas resueltos con la información actual. La información actual se emplea principalmente para la toma de decisiones, tal como para la evaluación de proyectos o para la realización de planes de mantenimiento, también sirve para realizar actividades basadas en la información generada por otros, por ejemplo las mediciones de las variables de los procesos de producción que se hacen por la Subgerencia de Operación de Explotación, se emplean por las áreas de la Subgerencia de Diseño de Explotación. Con la certificación ISO 9000-2000 de los procesos en los distintos Activos de Explotación, el personal está poniendo especial énfasis en el empleo de la información que se genera para la mejora continua de los procesos con los que está relacionado.

Pregunta 5.- ¿Qué problemas se resuelven con la información actual y qué limitantes se tienen para poder resolverlos?

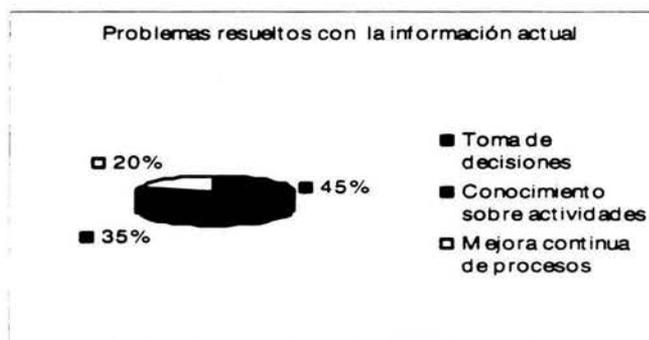


Figura 3.7. Problemas resueltos con la información actual.

El 61% de los entrevistados considera que la calidad de la información es mediana, el 28% que es baja y solamente el 11% que es alta. Se propuso que se automatice su obtención para que sea actualizada inmediatamente, se clasifique por proceso de producción y se pide que no sea complejo el manejo de la interfaz del usuario. Los porcentajes se muestran en la figura 3.8.

Pregunta 6.- ¿Cuál es el nivel de calidad de la información de proceso a la que usted tiene acceso y qué propuesta tiene para mejorarla?

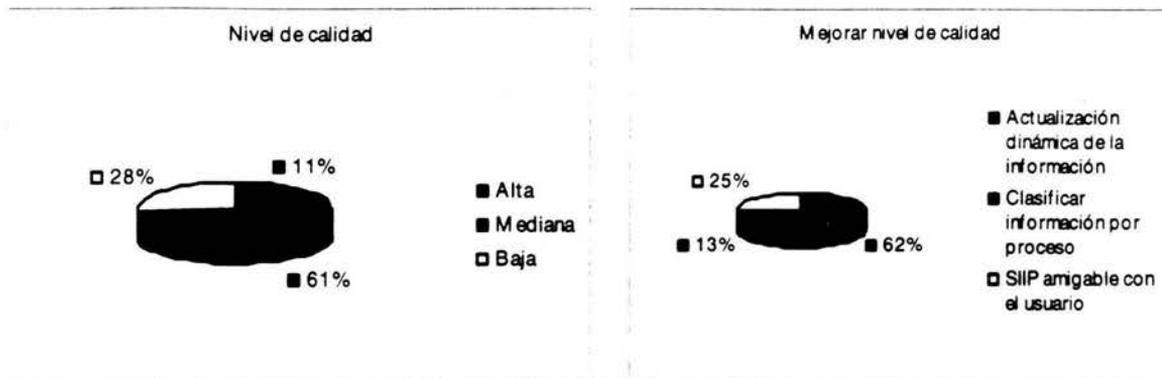


Figura 3.8. Nivel de calidad de la información de proceso y propuesta de mejora.

En la figura 3.9 se muestran las propuestas de organización de la información. Casi la mitad de los entrevistados sugirió que se organice con base en el organigrama del activo, el 26% propuso que se organice por procesos del negocio y el 21%, por su tipo.

Pregunta 7.- ¿Cómo organizaría la información para que estuviera disponible, de acuerdo a las necesidades de las diferentes áreas de PEMEX?

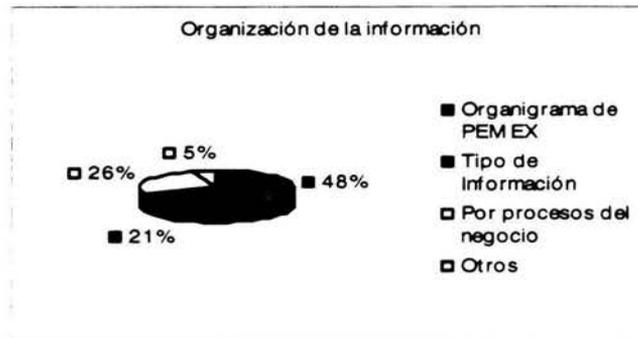


Figura 3.9. Propuesta de organización de la información.

En la figura 3.10 se puede ver que el 66% de los entrevistados sugirió un acceso restringido con clave de acceso a la información por áreas de especialidad, siempre y cuando el personal solicite la información y justifique su uso. En contraste, el 27% indicó que la información debería ser del dominio público en el activo, argumentando que muchas veces el poseedor actual de la información la utiliza como medio de poder y restringe su uso.

Pregunta 8.- ¿Qué tan segura y qué tan disponible cree que debiera estar la información para los diferentes usuarios, relativa a los procesos de PEMEX?

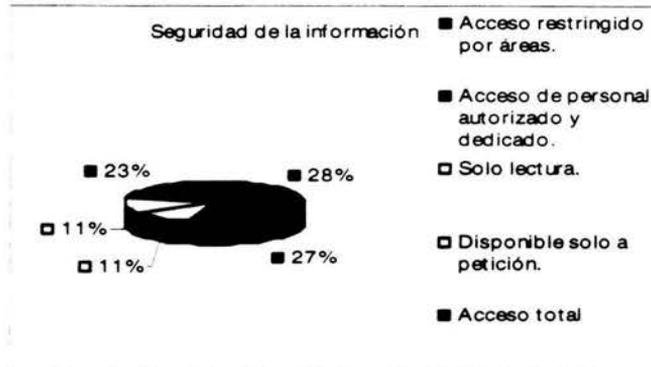


Figura 3.10. Seguridad de la información.

En la figura 3.11 se muestra la gráfica de las áreas de información que se propuso sean incluidas dentro de un SIIP. El 72% consideró que todas; el 14% propuso las áreas de operación, proyectos y diseño. El porcentaje restante de los entrevistados tuvo interés en información para la evaluación de proyectos y para la administración.

9.- ¿Cuáles son las áreas de información que usted cree que deberán estar involucradas dentro de un sistema de manejo de información de proceso en PEMEX?

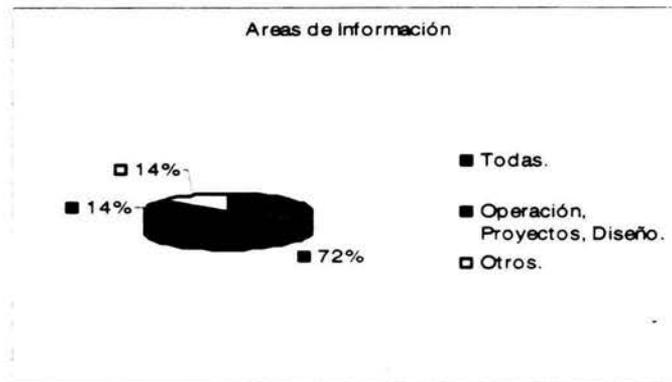


Figura 3.11. Áreas de información sugeridas para el SIIP.

La tabla 3.1 muestra la relación de información y sistemas relacionados para cada una de las funciones del control de la producción y de la administración del negocio, en el Activo Pol-Chuc. La figura 3.12 muestra un diagrama de flujo de datos (DFD) de lo que debe hacer el sistema que integrará la información. En la tabla 3.2 se indica el tipo de información que tiene cada sistema de información existente en el Activo Pol-Chuc. La información de la operación de los procesos de las instalaciones de producción del Activo de Explotación Pol-Chuc, tiene su origen por medio del monitoreo de las variables de operación de los equipos y sistemas que se muestran en el anexo F.

Tabla 3.1. Relación de la información del control de la producción y de la administración del negocio con los lugares donde se concentra.

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	LUGAR
Programación de la producción	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El programa de producción ❖ El reporte de producción ❖ La capacidad de producción y la disponibilidad de los recursos 	La Administración del Activo Elaborado manualmente con excel SIMES
Control de la producción	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El control de los procesos de producción de gas y aceite ❖ Planes de proceso ❖ Actividades de ingeniería de las instalaciones ❖ Requerimientos de insumos ❖ Reporte de costos y utilidades ❖ Evaluación de restricciones de capacidad de producción y su calidad ❖ Resultados de auto pruebas de equipo de producción y control ❖ Desarrollo de estándares de producción y procedimientos de operación, recetas y manejo de equipo. 	SCADA, SCD, SDMC, ESD, F&G, MEDICIÓN Documentación de la SOE Documentación de la SMAO / SIPOP Documentación de la SOE Documentación de la SAF Documentación de la SOE y de la SE Reportes de la SMAO y la SOE Portal de calidad de la RMSO
Ingeniería de soporte para el proceso	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Modificaciones al proceso y a equipo menor. ❖ Instrucciones de cómo manejar el equipo; incluyendo procedimientos estándares de operación. ❖ Instrucciones de cómo hacer los productos; incluyendo las reglas de producción y materiales estándares, equipo y otros recursos usados. ❖ Hojas de datos de la seguridad de los materiales. ❖ Instrucciones de cómo instalar equipo. ❖ Límites y restricciones para seguridad operacional y ambiental. ❖ Estandarización para diseño de equipo de proceso, técnicas y métodos operacionales de proceso e instrucciones de operación en línea. ❖ Instrucciones para pruebas de la planta o para fines demostrativos. 	SICE Portal de calidad de la RMSO Portal de calidad de la RMSO Documentación de la SOE SICE SIASPA SIASPA, Portal de calidad de la RMSO Portal de calidad de la RMSO
Control de las operaciones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Estado de las peticiones de producción. ❖ Datos de la producción seleccionada. ❖ Estado de los recursos. ❖ Estado de las peticiones para órdenes de mantenimiento. ❖ Peticiones de mantenimiento. ❖ Resultados de auto pruebas y diagnóstico. ❖ Historia del proceso. ❖ Peticiones para la ingeniería de soporte al proceso. ❖ Peticiones de análisis de materiales. 	Reporte de producción Reporte de producción SIMES SIMES SIMES Reportes de mantenimiento Archivos históricos de cada sistema de control. SIMES SIMES SIMES Documentación de la SOE, SIMES
Planificación de las operaciones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reporte de inventario de materiales y energía. ❖ Requerimientos de material y energía requeridos de acuerdo al plan de producción. ❖ Plan de producción en el sitio o área para el control de las operaciones. ❖ Capacidad disponible de los recursos de producción 	SIMES Documentación de la SOE, SIMES Documentación de la SOE SIMES

Tabla 3.1. Relación de la información del control de la producción y de la administración del negocio con los lugares donde se concentra.

Control de la energía y los materiales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Solicitudes de órdenes de material y energía. ❖ Confirmación de materiales y energía recibidos. ❖ Reporte del inventario de materiales y energía. ❖ Instrucciones de transferencia manual y automática para operaciones de control. 	<p>SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>Portal de calidad de la RMSO</p>
Procura	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Programas de entrega de material y energía. ❖ Órdenes con proveedores de materia prima, suministros, partes de reserva, herramientas, equipo y servicios externos. ❖ Reportes de progreso de las compras. ❖ Facturas rechazadas. ❖ Resultados de pruebas de aseguramiento de calidad. ❖ Estándares aplicables y requerimientos de los clientes, con respecto a la calidad del material. 	<p>SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>Documentación del sistema de calidad</p> <p>SIPOP</p>
Aseguramiento de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inventario de producto terminado almacenado. ❖ Producto transferido. ❖ Confirmación para transferir producto. ❖ Costos directos: materiales, labor, relaciones, energía, logística, etc. ❖ Costos indirectos. ❖ Reporte de costos de la producción, por producto. 	<p>Reportes de CTO</p> <p>Reportes de CTO</p> <p>Documentación de CTO</p> <p>Reportes de la SAF / SIMES</p> <p>SIMES</p> <p>Reportes de la SAF / SIMES</p>
Control de los inventarios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Solicitudes de transportación de producto a puntos de venta. ❖ Confirmaciones de producto transferido. 	<p>Reportes de CTO</p> <p>Reportes de CTO</p>
Contabilización del costo del producto	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Programas de mantenimiento. ❖ Programa de libranzas. ❖ Órdenes de trabajo para el mantenimiento. ❖ Requerimientos de auto prueba y diagnóstico en equipos. ❖ Requerimientos de relaciones. ❖ -Contratos de mantenimiento con compañías contratistas. ❖ Reportes de mantenimiento. 	<p>Documentación de la SMAO</p> <p>Documentación de la SOE</p> <p>Documentación de la SMAO</p> <p>Documentación de la SMAO</p> <p>Documentación de la SMAO</p> <p>Contratos SMAO / SIPOP</p> <p>Documentación de la SMAO / SIMES</p>
Administración del embarque del producto	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Planes para la mejora de la producción. ❖ Definición de los requerimientos de los procesos de producción. ❖ Definición de los requerimientos del producto y lo relativo a su producción. 	<p>Plan de automatización del Activo</p> <p>Plan de automatización del Activo</p> <p>Documentación de la Administración del Activo</p>
Administración del mantenimiento		
Investigación, desarrollo e ingeniería		

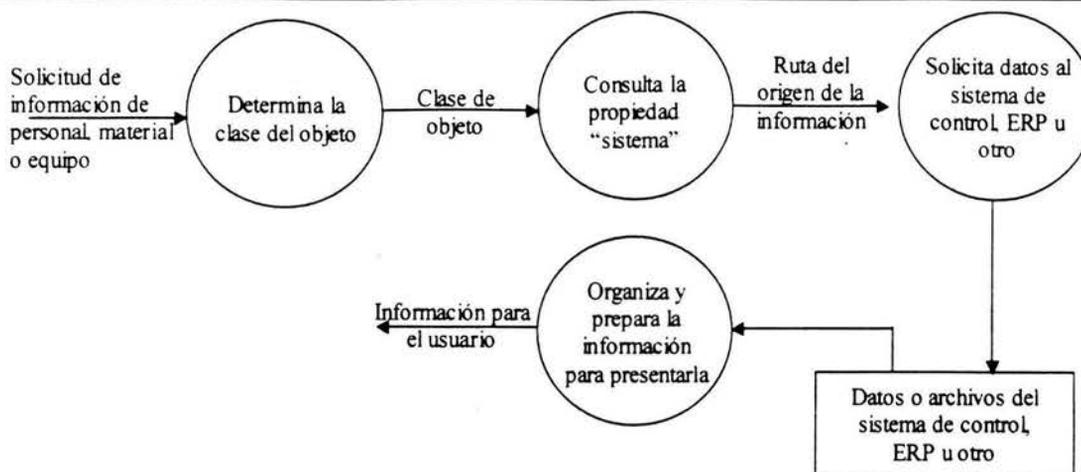


Figura 3.12. Diagrama de flujo de datos para la obtención de la información solicitada por un usuario.

Tabla 3.2. Sistemas de información existentes en el activo Pol-Chuc.

Sistema	Tipo de Información
SICE	Planos, diagramas y manuales
SIPOP	Contratos de obras públicas
SIASPA	Normatividad y procedimientos operacionales y de seguridad
Portal de calidad	Procedimientos e instructivos de trabajo para los procesos de producción.
SIMES	Finanzas, logística, mantenimiento, recursos humanos y recursos materiales
Sistema	Tipo de Información
SDMC	Operación de turbomaquinaria (Compresores y generadores) y procesos de producción de gas.
SCADA	Procesos de producción de aceite, operación de turbobombas y acopio de información del control de procesos de gas, paro de emergencia y servicios auxiliares.
ESD	Paro de emergencia en las plataformas de producción temporal, enlace, perforación y compresión.
F&G	Detección de gases tóxicos-explosivos y fuego. Monitoreo y control de la red contraincendio.
Medición	Cantidad de gas y de aceite producido.
BN	Condiciones de operación y control del gas para el bombeo neumático en las plataformas Chuc-B y Batab-A.
SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA	
Sistema	Tipo de Información
SCD	Operación de los procesos de captación de agua, filtrado, desaeración, bombeo, recepción y endulzamiento de gas amargo, endulzamiento y bombeo de gas para BN.

3.4. Planteamiento general de integración de los sistemas en PEP

El modelo de jerarquía de equipo y toma de decisiones presentado en el capítulo 2 sirvió de referencia para adaptarlo a PEP, como lo muestra la figura 3.13.

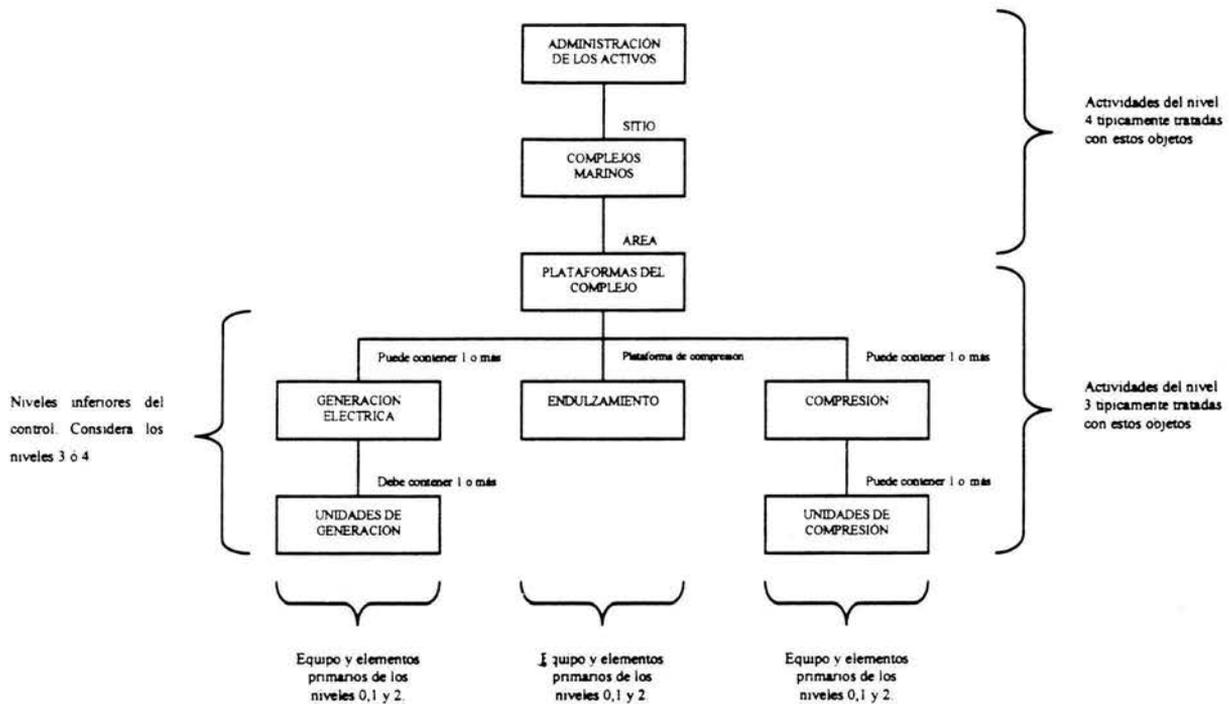


Figura 3.13. Modelo de jerarquía de decisiones en PEP, de acuerdo a ANSI/ISA-95

En este modelo se considera la empresa a nivel Subdirección Regional, de la cual dependen directamente los Activos de Explotación. Cada instalación principal de los activos de Explotación se considera un sitio, por ejemplo los complejos marinos o terrestres. Dentro de cada sitio se encuentran áreas, que para el caso de PEP son las grandes secciones de procesos, delimitados por ejemplo por las plataformas marinas de perforación, producción temporal, enlace y compresión. Cada una de las áreas contiene unidades de producción, que en la figura 3.13 a modo de ejemplo son referidas a la plataforma de compresión como endulzamiento, compresión y generación eléctrica. Las unidades de producción contienen un cierto número de unidades de equipo, el cual está conformado de su respectiva instrumentación y unidades de monitoreo y control local; como ejemplo, estos equipos pueden ser los turbocompresores A, B, C y D.

La información que requiere ser integrada es la relativa a la capacidad de producción, la definición del producto y la programación de la producción, incluyendo sus resultados y la evaluación de su desempeño, que es equivalente al modelo de áreas de intercambio de información mostrado en la figura 2.4 en el capítulo 2. Cada una de estas áreas principales de información lleva un desglose enfocado al personal, material, equipo y segmento de proceso, como se muestra en la figura 3.14.

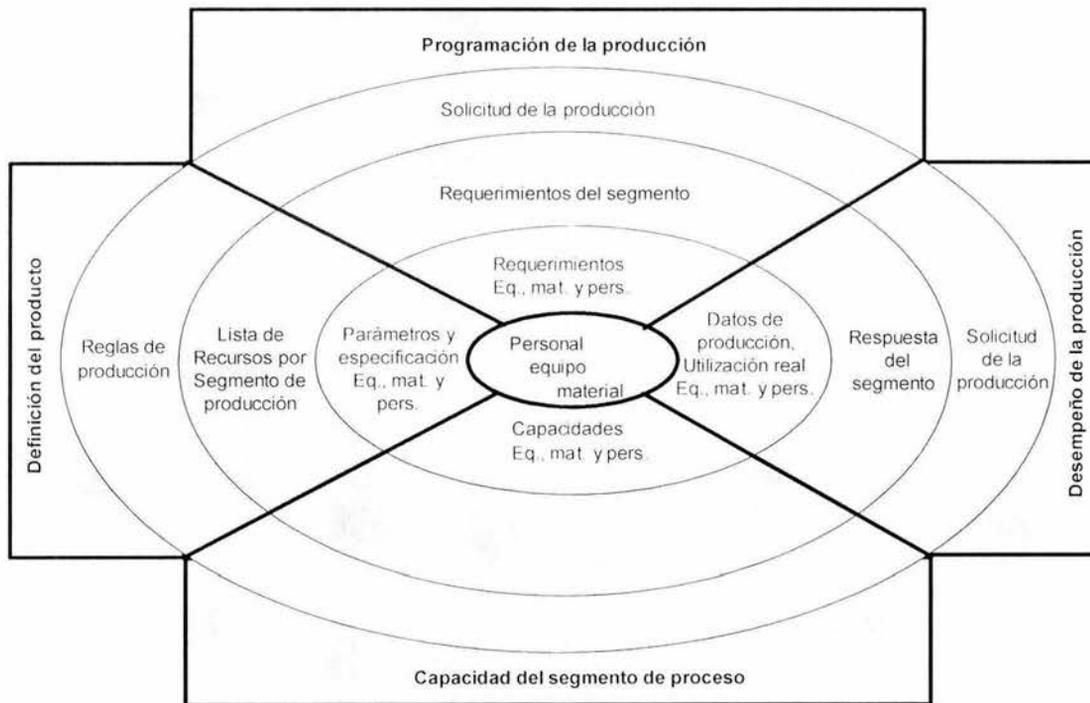


Figura 3.14. Modelo de relación entre objetos para la integración de la información.

La información debe ser desglosada a detalle como lo indican los modelos y sus atributos de la sección 2.3. Cabe mencionar que la información de los objetos y sus atributos puede estar referida a cualquier área funcional de la organización de PEP y que corresponde a las funciones específicas que tiene cada una de ellas, llámese programación de la producción, control de la producción, ingeniería para el soporte del proceso, control de operaciones, planificación de las operaciones, control de la energía y los materiales, procura, aseguramiento de la calidad, control de los inventarios del producto, contabilización del costo del producto, administración del embarque del producto, administración del mantenimiento, investigación, desarrollo e ingeniería, mercadeo o ventas.

El software que administre la información de acuerdo al estándar ANSI/ISA-95, debe estar orientado a objetos, tomando en consideración las estructuras de los modelos presentados en el anexo A. Las clases básicas serán de personal, material y equipo, que contendrán los atributos de objeto y de propiedad descritos en esa sección; éstos a su vez pertenecerán a clases de capacidades, especificaciones o estado real de personal, material y equipo de un segmento de proceso. Todas las clases anteriores deben estar contenidas en las clases principales de capacidad de producción o de un segmento de proceso, segmento de proceso, definición del producto, programación de la producción o de desempeño de la producción como lo muestra resumido la figura 3.14. En el Anexo E se muestran las principales clases de objetos y sus propiedades para material, equipo y personal, propuestos para cubrir las necesidades de información de PEP en estos tres ámbitos.

La tabla 3.3 presenta a grandes rasgos el tipo de fuente de información que es clave para la operación y la administración del negocio en un Activo de Explotación de PEP, de acuerdo a los niveles jerárquicos presentados en la figura 2.1 de este documento.

Las fuentes de la información indicada en la tabla 3.3 para la operación, planeación y toma de decisiones en PEP son los sistemas de monitoreo y control de los procesos en las instalaciones de producción (SMCP), los sistemas para la simulación y optimización de los procesos productivos en línea, los sistemas ERP², los sistemas de mantenimiento y asistencia técnica, los sistemas locales de información para el auxilio de las actividades de cada área, las bases de datos de información documental, los sistemas para la capacitación y entrenamiento de personal, las maquetas virtuales, los sistemas de administración del conocimiento y de inteligencia en los negocios, los bancos de información histórica y estadística de la producción, los sistemas para evaluación técnica y económica de proyectos, los sistemas de seguimiento y evaluación de las actividades en cualquiera de los procesos productivos, los sistemas de administración de la calidad y el Sistema de Información Administrativa, de Seguridad y Protección Ambiental (SIASPA). Cabe aclarar que no todos estos sistemas se encuentran disponibles actualmente en un Activo de Explotación de PEP, por lo que la información en algunos casos se adquiere de forma manual.

En la era de la información es importante el control común de la información, ya que los trabajadores de conocimiento³ aplican su conocimiento a cualquier información que ellos necesitan, produciendo

nuevo conocimiento e información para el uso de otros en la organización. Esto implica una infraestructura común de la información que puede ser accedida por todos en la organización propuesta por Alan Porter⁴, como se muestra en la figura 3.15.

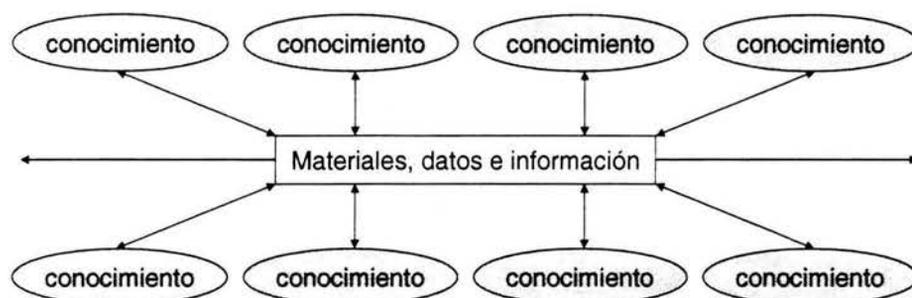


Figura 3.15. Estructura de control común de la administración.

Cada uno de los sistemas de información debe contener información única, evitando duplicidad en los otros sistemas; en caso de existir duplicidad en sistemas ya instalados, debe establecerse claramente la fuente donde será tomada la información y reconocida globalmente.

Se propone la implantación de un Sistema para la Gestión de la Información (SGI), que servirá de interfaz entre los usuarios en los Activos de Explotación (clientes) y los sistemas que suministrarán la información (servidores); cabe aclarar que habrá sistemas que podrán ser clientes por momentos y servidores por otros. El SGI será un sistema central que será capaz de vincular a los usuarios de la información con los servidores de ésta, facilitando herramientas que agilizarán la búsqueda y presentación de la información; lo anterior será conformado con base en una arquitectura de red que contendrá servidores de web, de bases de datos y de aplicaciones, la cual es actualmente la más óptima. El conjunto global de estos sistemas, usuarios y mecanismos para el intercambio de información lo llamaremos Sistema Integral de Información de Proceso (SIIP), cuyo esquema está representado en la figura 3.16. Este esquema incluye algunos sistemas no disponibles actualmente, pero que serán necesarios para poder maximizar el valor económico de las reservas de hidrocarburos de PEP, al ser empleados por todo el personal que labora en esta empresa.

Cabe aclarar que el esquema de la figura 3.16 muestra los vínculos que existirán entre el SGI y los sistemas que serán fuente o destino de información; este esquema no muestra las interrelaciones

entre cada uno de estos sistemas para el intercambio de información en forma directa. El SGI propuesto debe permitir que los clientes puedan recibir la información solicitada a través de la Intranet de PEMEX, empleando algún explorador de Internet.

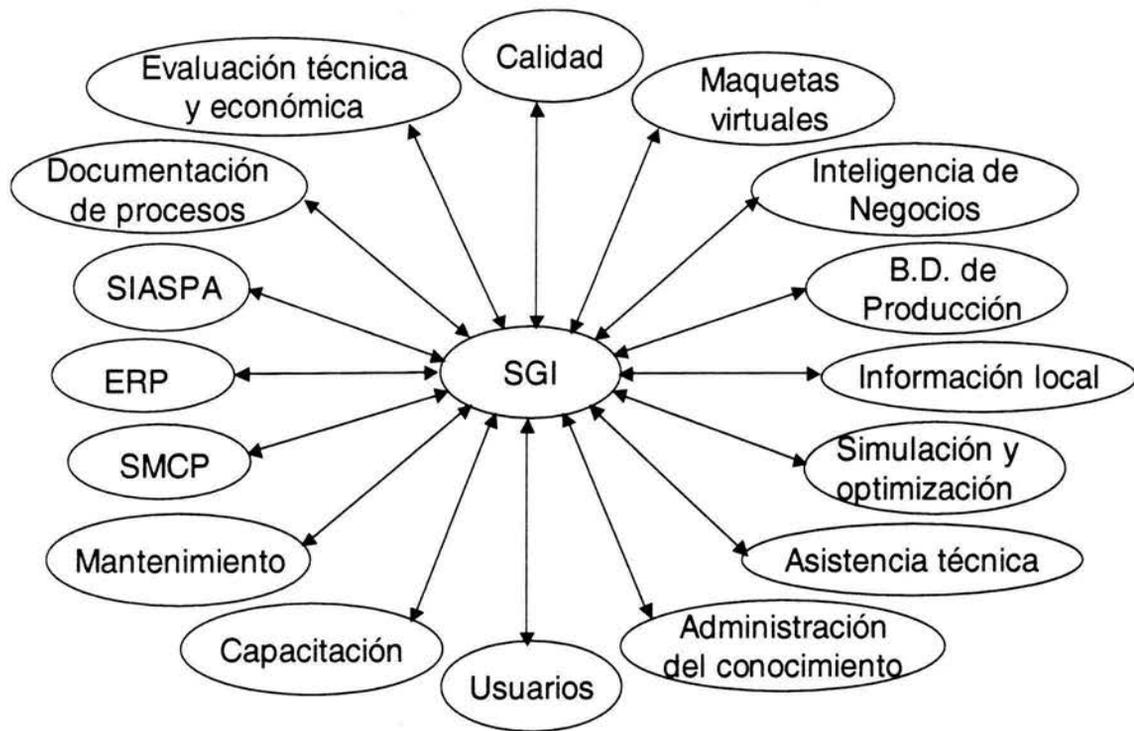


Figura 3.16. Esquema de integración de sistemas para conformar el SIIP.

Un usuario podrá conectarse por medio del explorador de Internet al portal del SIIP a través del SGI para solicitar un servicio de información o una aplicación; el SGI debe responder realizando las conexiones a los sistemas necesarios considerados en la figura 3.16, empleando los mecanismos apropiados para vincular las bases de datos o las herramientas solicitadas. Los elementos mínimos de los que debe constar el SGI son los que se muestran en la figura 3.17.

Tabla 3.3. Principales fuentes de información clave para la operación, planeación y toma de decisiones en PEP.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE DE LAS DECISIONES	INFORMACIÓN CLAVE PARA LA TOMA DE DECISIONES	DOCUMENTACIÓN DE LAS DECISIONES Y ACCIONES TOMADAS
5	PRESENTACIÓN DE DATOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA COMPAÑÍA	DIRECTOR GENERAL, SUBDIRECTORES, DIRECCIÓN EJECUTIVA COMERCIAL, COORDINACIÓN ESTRATÉGICA DE EXPLOTACIÓN, SIPA, CONTRALORIA INTERNA Y UNIDAD JURÍDICA	PRODUCCIÓN REGULAR POR TIPO DE PRODUCTO, POR REGIÓN Y POR ACTIVO, REPORTES DE ESTADOS, REQUERIMIENTOS EN LINEA, REPORTES DE VENTAS, BALANCES DE OFERTA Y DEMANDA, POLÍTICAS GUBERNAMENTALES.	MINUTAS, ACTAS Y OFICIOS.
5A	SUPERVISIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE TAREAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ACTIVO	ADMINISTRADOR DEL ACTIVO Y GERENTES	OFICIOS DE LA ALTA DIRECCIÓN, REPORTES DE PRODUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, RECURSOS ECONÓMICOS Y HUMANOS	MINUTAS, ACTAS Y OFICIOS
4	SUPERVISIÓN OPERACIONAL Y DE LA PRODUCCIÓN	SUPERINTENDENTE DEL COMPLEJO. EN TIERRA LOS SUPERINTENDENTES DE LAS ÁREAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OFICIOS Y MINUTAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ACTIVO, ESTADO DE LOS RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES, CONDICIONES DE OPERACIÓN, CONDICIONES DE LOS EQUIPOS, REGLAMENTOS A BORDO	LIBRANZAS, ÓRDENES DE TRABAJO SITIO, MINUTAS, OFICIOS, BITÁCORAS DE PROYECTOS DE OBRA, REPORTES DE LA PRODUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
3	COORDINACIÓN EN EL ÁREA	INGENIEROS DE OPERACIÓN, DE MANTENIMIENTO Y DE SEGURIDAD	SUPERINTENDENCIA, PROGRAMAS DE LIBRANZA, MINUTAS, BITÁCORAS DE PROYECTOS DE OBRA, ESTADO OPERACIONAL DEL PROCESO Y DE LOS EQUIPOS, DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	REPORTES DE MANTENIMIENTO Y DE PRODUCCIÓN, NOTAS INFORMATIVAS, MINUTAS DE REUNIONES CON EL SUPERINTENDENTE
2	SUPERVISIÓN DEL PROCESO CON UNA INTERFAZ HUMANO MAQUINA	SUPERVISORES, INGENIEROS DE OPERACIÓN E INGENIEROS DE MANTENIMIENTO	CONDICIONES DE LA OPERACIÓN Y LA SEGURIDAD DEL PROCESO Y DE LOS EQUIPOS, PROGRAMA DE LIBRANZAS, OFICIOS Y MINUTAS DE LAS ÁREAS O DE LA SUPERINTENDENCIA	REPORTES DE ALARMAS Y EVENTOS GENERADOS POR LA HMI, REPORTES DE PRODUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y/O UNIDADES DE PRODUCCIÓN
1	CONTROL DE MAQUINAS O UNIDADES DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS DE CONTROL Y ASISTENTES EN CAMPO	ÓRDENES VERBALES, PROCEDIMIENTOS Y REGLAMENTOS DE SEGURIDAD, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO DE CALIDAD, CONDICIONES DE LOS EQUIPOS Y DEL PROCESO	REPORTES DE ALARMAS Y EVENTOS DETECTADOS POR EL SISTEMA DE CONTROL Y REGISTRADOS POR LA HMI, REPORTES DE PRODUCCIÓN, ÓRDENES DE MANTENIMIENTO, BITÁCORAS
0	PROCESO, SENSORES Y ACTUADORES	EN EL CASO DE LOS ACTUADORES ES EL EQUIPO DE CONTROL O EN FORMA MANUAL, UN ASISTENTE EN CAMPO	CONDICIONES DEL PROCESO Y PROGRAMA PRECONFIGURADO EN EL CONTROLADOR	REGISTRO DE EVENTOS EN EL EQUIPO DE CONTROL

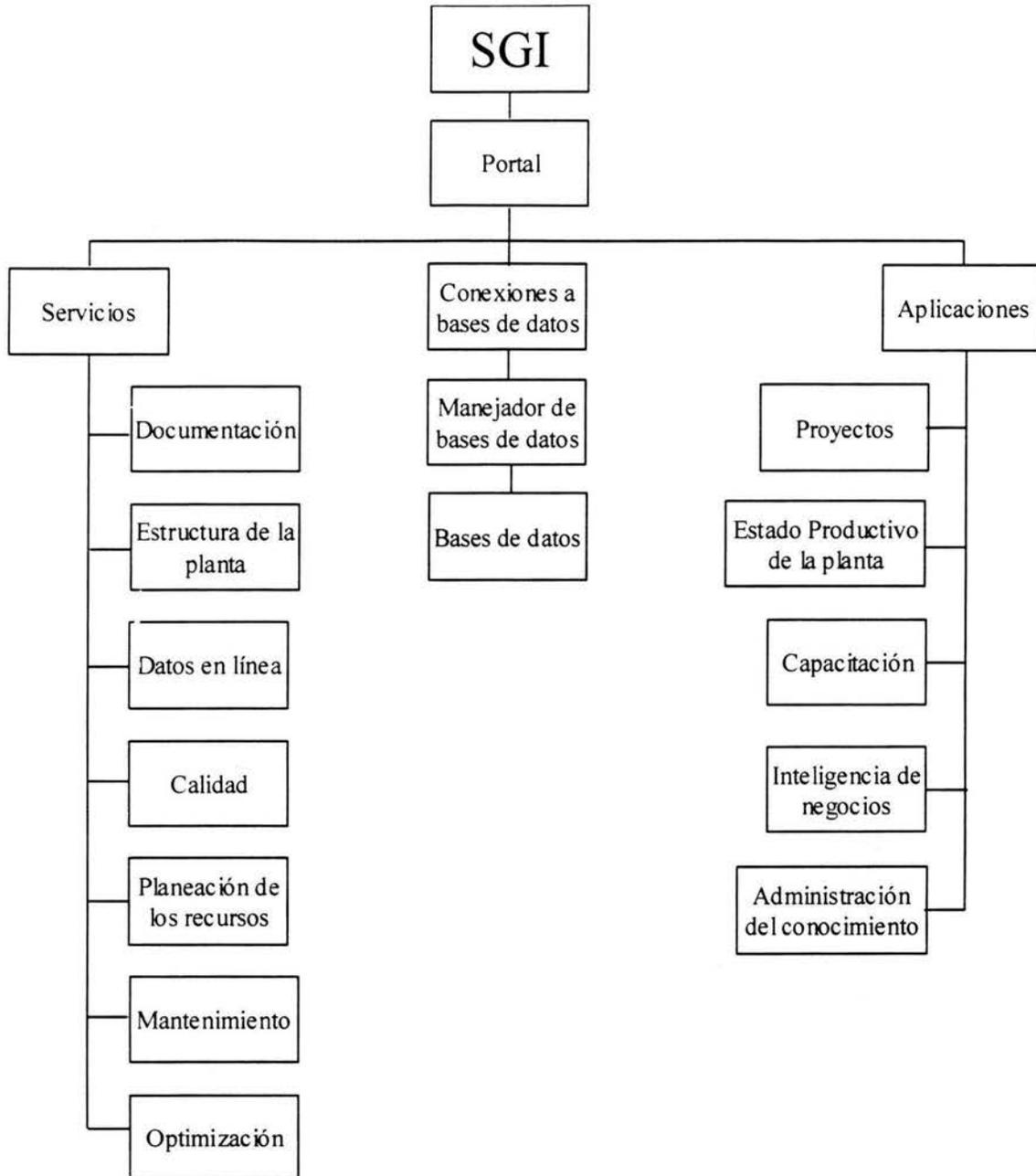


Figura 3.17. Arquitectura del SGI.

El SGI se debe hacer valer de un portal para que los usuarios puedan compartir la información. Se plantean tres estructuras que son servicios, aplicaciones y conexiones a las bases de datos. Los servicios son vínculos a aplicaciones proporcionadas por sistemas externos; Las aplicaciones son programas de software que se deben vincular con el portal para permitir la funcionalidad requerida

en el manejo de la información, a través de motores de búsqueda, análisis estadístico, administración de documentos, foros, etc., realizando conexiones a las bases de datos locales o externas.

El portal es la interfaz entre el usuario y el SIIP, por lo que debe tener configuradas las páginas que serán publicadas en la WEB. Este portal debe contener los objetos y sus clases definidos por el estándar ANSI/ISA-95 y debe mostrarlos al usuario en forma de ventanas.

Las interfaces con los SCMP deben permitir al SGI una conexión directa con los **Sistemas de Control Distribuido, Sistemas SCADA, Sistemas de Medición y Controladores Lógicos Programables**⁵, a través de sus servidores de datos de proceso, sus publicadores en la WEB y sus manejadores de reportes.

Las API's son aplicaciones que deben hacer posible la comunicación con los sistemas ERP y otros sistemas de información.

Los mecanismos de seguridad de la información deben proporcionar la confidencialidad y la autenticidad de la información empleando el **encriptado y la autenticación**⁶.

Las conexiones a las bases de datos deben permitir leer o escribir datos desde o hacia la base de datos del SGI hacia o desde otras bases de datos de los sistemas externos, empleando tecnologías tal como OLE, OPC, SQL y ODBC y un manejador de bases de datos.

Todos los elementos considerados en el primer nivel de la arquitectura del SGI deben estar vinculados directamente con el portal, pero sus operaciones deben ser transparentes al usuario de la información.

NOTAS

1. De aquí en adelante, la propuesta que se hace en este trabajo de tesis para la integración de la información de los sistemas de los procesos productivos y de la administración del negocio será denominada "Sistema Integral de Información de Proceso", SIIP.
2. ERP. Enterprise Resource Planning. Es un sistema de información orientado a identificar y planear todos los recursos necesarios para recibir, producir, embarcar y contabilizar las ordenes de los clientes. En PEP se tiene el sistema ERP SAP/R3.
3. El trabajo de conocimiento se define como la aplicación del conocimiento para la producción de bienes y servicios.
4. Porter, Alan L. "The Information Revolution. Current and Future consequences". Ablex Publishing Corporation. USA. 1998. p.12.
5. Estos son los sistemas empleados frecuentemente para el monitoreo y el control de los procesos en las instalaciones de PEMEX.
6. El **encriptado** es el proceso de codificar el contenido de un texto de carácter confidencial. La **autenticación** es el procedimiento para verificar que el contenido de los mensajes recibidos proviene de la fuente alegada y no han sido alterados.

Capítulo 4

ANÁLISIS TECNOLÓGICO

La integración de los sistemas de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio en PEP, como se planteó en la figura 3.16, involucra tres disciplinas tecnológicas principales que son la informática, el control de los procesos y las telecomunicaciones. Como parte del análisis del sistema, referente al ciclo de vida de su desarrollo, se muestra en este capítulo una revisión del estado del arte de estas tres disciplinas en los aspectos que atañen al diseño del hardware y del software.

En el caso de la informática intervienen los servidores, las estaciones de operación, las unidades de almacenamiento, los dispositivos periféricos, los sistemas operativos, los manejadores de las bases de datos, las herramientas para desarrollo de páginas web, el software para la administración de la red, los sistemas ERP y las herramientas para administración de la información.

En el ámbito del control y la automatización intervienen las **Interfaces Humano Máquina**¹, los sistemas SCADA, Control distribuido y PLC, el software para la administración del mantenimiento y el software para simulación y optimización.

Las tecnologías involucradas en las telecomunicaciones son principalmente inalámbricas en tramos grandes, empleando sistemas satelitales y de radiocomunicación, adicionalmente se tienen redes de computadoras alambradas que se interconectan alrededor de todo el mundo, empleando cable de cobre o fibra óptica.

4.1. Monitoreo tecnológico

Actualmente el software tiene más importancia que el hardware para la integración de información, independientemente del sistema o proceso de donde provenga. El modelo OSI² es tomado como referencia universal para el diseño de hardware y software; consta de siete capas que definen los requerimientos para la transferencia de la información desde un medio físico hasta que se presenta a un usuario final.

La figura 4.1 muestra las siete capas del modelo OSI. Las 3 capas inferiores del modelo están bastante estandarizadas y tienen mucha compatibilidad en la mayoría del hardware comercial. Las 4 capas restantes son referentes al software y de éstas, las tres últimas tienen más variedad de formas de interconexión, lo que es determinante para que los sistemas puedan intercambiar información plenamente. Estas capas definen el control de las sesiones entre las aplicaciones de software, la administración del intercambio de datos, la compatibilidad de la información, la encriptación y la compresión de la información, las estructuras de los datos empleados en los programas que intercambian información, la interacción con el usuario y el aseguramiento de la validez y de la integridad de los datos.



Figura 4.1. Capas del modelo OSI.

4.1.1. Informática

En los años 60's las órdenes de pedido para los almacenes se llenaban a mano para el control de los inventarios. En la década de los 70's se emplearon los sistemas MRP para la planificación de los requerimientos de materiales y en los años 80's los sistemas MRP-II se emplearon para la planificación de los recursos de manufactura y la eliminación de desperdicios. En los años 90's estos sistemas se enfocaron a la administración de la cadena de suministro y a la planificación de los recursos de la empresa (ERP).

Tradicionalmente las empresas multinacionales, con presencia en diferentes países, tenían que enfrentarse al permanente problema de la grave inconsistencia informativa entre sus afiliadas y la dificultad de consolidación, tanto de sus operaciones como de sus cuentas para el conjunto de

empresas y países. La única solución provisional era la utilización de software diferente en cada país y desarrollar otro software de consolidación hecho a la medida, que requería tremendos esfuerzos de actualización y que no daba nunca resultados eficaces, al tener que integrar los datos de diferentes programas sin similitud intrínseca. Era por tanto casi imposible obtener la deseada homogeneización.

Esta situación experimentó un cambio hace algunos años cuando la empresa alemana SAP, ofreció un sistema de software empresarial en forma de piezas sin terminar, que podían agruparse de diferentes maneras mediante tablas de conexión y que, aunque con un alto grado de esfuerzo de ajuste, podían combinarse y formar un sistema válido para adaptarse a las necesidades de un país determinado, (ajustándose a las leyes, costumbres operativas e idioma de dicho país), y volviendo a combinar las piezas con otro acabado y otras tablas de conexión, se podía conseguir un sistema también válido para otro país. Esto era justamente lo que estaban necesitando las grandes corporaciones multinacionales para desterrar la heterogeneidad de los sistemas instalados en los distintos países y disponer de un sistema que permitiese tener en cada afiliada de cada país, un software que aún siendo diferente del de las otras afiliadas, quedase integrado en un único sistema en cuanto a la información y al tráfico de bienes y servicios dentro de la logística de la empresa multinacional, conocido como sistema ERP. Parecía que esta iba a ser la solución. Pero quedaba sin resolver el problema de la implantación y puesta en marcha de estos sistemas que requerían personal experto en el uso de los procedimientos de adaptación a las necesidades de la empresa y los condicionantes de cada país de actuación.

El acierto de SAP consistió en tomar a las organizaciones de consultoría más grandes del mundo (Andersen Consulting, Arthur Andersen, Price Waterhouse, KPMG, Coopers, etc.), que ya eran los consultores de estas multinacionales, como sus agentes de venta e implantación. Era la única solución pues su software se compone de piezas inacabadas que deben ser adaptadas e interconectadas en cada caso por personal experto, lo que genera la necesidad de un trabajo de alta especialización a ser proporcionado por dichas firmas consultoras, con valores añadidos sobre el software original que por lo general representan un coste de entre tres y siete veces el valor del software original. Cuando algunas de las principales empresas 'Fortune 500' anunciaron su decisión de implementar software ERP de SAP, otras empresas de software empresarial (Oracle, PeopleSoft,

JDEdwards, Baan) se lanzaron a promocionar y perfeccionar sus propios desarrollos para estar presentes en este revitalizado mercado, como lo muestra la figura 4.2.

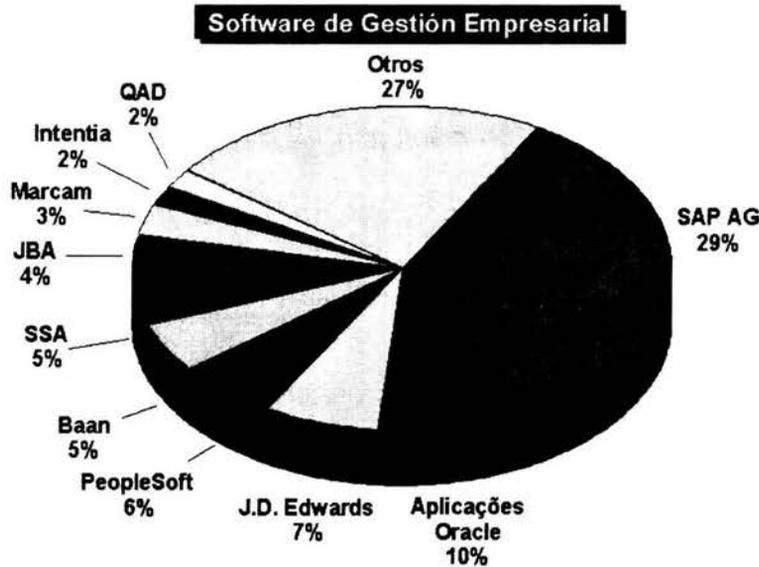


Figura 4.2. Mercado del software para la administración de negocios

Las características de los sistemas ERP actuales son: tienen flexibilidad para responder a las necesidades cambiantes de las organizaciones, son modulares y abiertos, soportan una variedad de funciones organizacionales y son adecuados a un amplio rango de empresas, van más allá de los límites de la compañía, contienen una colección de los mejores procesos de negocio y son capaces de simular la realidad del proceso del negocio en la misma computadora.

El problema de los sistemas ERP actuales es que se han vuelto más complejos, mientras que la manufactura se ha vuelto más simple. El futuro de los sistemas ERP estará en la mejora de la cadena de suministro, consiguiendo mejor colaboración entre las empresas relacionadas. Los sistemas ERP integran las operaciones de manufactura, financieras y de distribución y cubrirán otros ámbitos tal como transportación, operaciones, automatización de la fuerza de ventas e incluso el diseño asistido por computadora y la administración de los datos del producto, aprovechando todos los recursos ligados al Internet, abarcando los comercios por Internet, el comercio electrónico y el e-gobierno. Los sistemas ERP futuros tenderán ser simples, sin exagerar en el manejo de los datos,

adicionalmente se referirá el concepto de la renta de un sistema ERP, que incluya la implantación y el mantenimiento.

El lenguaje HTML (HiperText Markup Language) fue creado a principios de los años 80 en los laboratorios CERN, cuyas características principales fueron su simplicidad, la estandarización del formato de los datos y la posibilidad de definir documentos multimedia. En 1989 HTML fue tomado como estándar para transferencia de información a través de Internet. HTML está basado en el lenguaje amparado por el estándar ISO 8879: SGML (Standardized General Markup Language), pero no cubre todas las funciones definidas por éste. El futuro de HTML es corto y se prevé que en aproximadamente cinco años sea sustituido por el lenguaje XML (eXtensible Markup Language).

XML es una tecnología desarrollada por el consorcio de la World Wide Web (W3C) con la finalidad de modificar todas las prácticas de programación inusual para aplicaciones de Internet, lo que hace más eficiente la transferencia de información a través de Internet, ya que un documento en el formato XML solo contiene caracteres **ASCII**³, lo que garantiza una **portabilidad**⁴ plena a cualquier plataforma operativa. Este estándar tiende a desplazar a HTML en el desarrollo de aplicaciones para Internet, bases de datos y sistemas ERP, ya que está amparado por 14 compañías líderes tal como Microsoft, Adobe, HP, Sun Microsystems y otras. Actualmente sus nuevos productos utilizan XML, como el caso de Studio.NET de Microsoft.

Un administrador de bases de datos atiende las peticiones de las aplicaciones de software por medio de accesos de lectura y escritura a una base de datos. En el mercado se tienen varios productos para administrar las bases de datos; los más comunes son Visual FoxPro, Access, Oracle, Paradox, SQL server, Claris Filemaker Pro, Lotus Approach y Visual Dbase. Estos administradores de bases de datos son aptos para ciertos tipos de aplicación, dependiendo del tamaño de la base de datos, la cantidad de accesos simultáneos a la base de datos, su facilidad de uso, la capacidad para intercambiar datos con otras aplicaciones (conectividad), etc.

Los productos que más están enfocados al manejo de grandes volúmenes de información y que conservan su alto desempeño son Oracle y SQL Server, los cuales son compatibles con la mayoría de los productos para el manejo de la información de la planta de producción.

OLE es una estructura que puede contener una especie de escritorio con información visual e información de objetos de muchas clases, tal como calendarios, animaciones, sonido, video en movimiento, imágenes en 3 dimensiones, etc. Cada objeto del escritorio es un programa independiente que puede interactuar con un usuario, además de comunicarse con otros objetos del escritorio. Es un estándar tecnológico de Microsoft que toma ventaja y es parte de un concepto de Microsoft más general que es COM y DCOM.

ODBC fue creado por Microsoft en septiembre de 1992 y se convirtió en una aplicación estándar que permite a los programas usar comandos de SQL para tener acceso a las bases de datos sin necesidad de conocer las interfaces a las bases de datos propietarias. Microsoft fue el primero en proporcionar un producto con esta tecnología. Actualmente existen versiones de ODBC para los sistemas operativos UNIX, OS/2 y Macintosh. Microsoft venido cambiado la especificación de ODBC desde la versión 2.0 e introdujo OLE DB, tal vez con la finalidad de reducir la apertura de ODBC y en un futuro reemplazarlo, para tener un mayor control del mercado.

SQL (Structured Query Language) es un estándar ANSI e ISO y lenguaje de programación que se emplea para obtener información y actualizarla en una base de datos. Muchos productos soportan SQL con extensiones propietarias al del lenguaje estándar.

Oracle fabrica además de otros productos productos para bases de datos relacionales, tal como el concepto Oracle 9i. La base de datos relacional de Oracle fue la primera en soportar SQL en 1977. Actualmente Oracle es líder en las redes de computadoras.

La tabla 4.1 presenta algunos productos de software disponibles en el mercado, enfocados a la administración del negocio y específicamente a las cadenas de suministro. Estos productos permiten una conexión con los sistemas ERP y facilitan la integración de la información empleando el concepto e-business, el cual está basado en la transferencia de la información a través de Internet o una Intranet y que emplea todos los recursos disponibles en este medio, tal como el correo electrónico. Estos productos se deben instalar en servidores poderosos para facilitar el manejo de la información de una forma ágil; para esto se requiere como complemento un sistema de comunicación eficiente.

Tabla 4.1. Productos de software para la integración de información del negocio

No.	Desarrollador	Producto	Integración de información y generación de reportes de cualquier tipo de empresa de producción	Cualquier explorador de internet	Propia XHO View Builder	ERP	HTML	API, CORBA, Microsoft DCOM
	Indx Software	XHO	Integración de información, visualización y generación de reportes de cualquier tipo de empresa de producción	Cualquier explorador de internet	Propia XHO View Builder	ERP	HTML	API, CORBA, Microsoft DCOM
	Wiewtech	Virtual Production Engine, Supply Chain Design Engine, Inbound Planning Engine, Supply Web Application	Proporciona un enlace en tiempo real entre la planeación y la ejecución así como las actividades que rodean un proceso productivo. Está orientado a actuar sobre la cadena de abastecimiento de una empresa, optimizándola para que se tomen decisiones con mayor efectividad y con respuesta inmediata. Está orientada al negocio, no a la planta, por lo que los reportes que presenta son referidos, por ejemplo, a órdenes de compra, inventarios, etc.	Virtual Production Engine	Si		Oracle	
	SeeBeyond Technology Corp.	Business Integration Suite	Solución para eBusiness que permite mejorar la productividad de una empresa al utilizar los sistemas que ésta ya tenga para comunicarse con socios proveedores y clientes para intercambiar información de una manera rápida y segura. Proporciona total integración de aplicaciones, conectividad negocio con negocio y administración de procesos del negocio a través de toda la red proveedor-socio-empresa-clientes.	Cualquier explorador de internet o aplicaciones para la interactividad entre negocios	Java, C, C++, XSLT	SAP	XML, EDI, Swift, HL7, X12, EDIFACT, Rosetta Net, XCBL, BizTalk Framework, SOAP	
	Ironside Technologies	Ironside Enterprise Edition	Solución para eBusiness que integra a clientes, proveedores, fabricantes, socios y distribuidores. Incluye órdenes de compra, servicios al cliente, relaciones con proveedores, etc. Funciona como un proxy entre dos entidades, ya sean individuos, sistemas ERP, máquinas, etc.; permitiendo que la información fluya entre éstas.	Cualquier explorador de internet, Clientes inalámbricos (Celular, PDA), Chat	Java	SAP R/3 por medio de los Enterprise Adapters	HTML, XML, DDM (versión de Ironside de XML)	
	QAD	MFGPRO eB2	Solución a nivel empresarial que incluye aplicaciones para la administración de la manufactura, ventas, distribución y finanzas y la integración de la información de éstas. Maneja inventarios, control de la producción, ventas, compras, finanzas, planeación, control de calidad, órdenes de compra, trabajo, etc.	La interfaz de usuario puede ser gráfica mediante un explorador (Windows), consola (texto) o mediante QAD Desktop2	QAD Desktop 2	Es un sistema ERP	Funciona con protocolos TCP/IP. lo que quiere decir que trabaja TELNET, HTTP, SMTP, etc.	
	TIBCO	Business Works	Aplicación de eBusiness que permite la integración del negocio, la automatización de tareas, el monitoreo de información y las aplicaciones, creación de reportes gráficos explicativos y simplificados con base en el análisis de los datos.	Contiene su propia interfaz gráfica de usuario o por medio de cualquier explorador de internet	TIBCO Designer	Si	HTML, JMS, SOAP, XML, J2EE and Web Services	
	Perigine (Ames Electricity)	Infrastructure Management	Esta suite es una herramienta para la administración de la infraestructura tecnológica de una empresa. Consiste de tres aplicaciones principales: Service Management, Asset Management y Automation. Entre las funciones que lleva a cabo están: configuración y administración de inventarios, depósitos, almacén, diagnóstico de situaciones del negocio, proporciona información de manera gráfica de indicadores e información de la empresa útiles para la toma de decisiones. Manejo y monitoreo de los recursos desde que entran a la empresa hasta que salen.	Los productos de la suite y el explorador de internet o Intranet	ReportCenter	SAP, PeopleSoft	XML	
	PeopleSoft	AppConnect Suite	Plataforma de integración de aplicaciones para la industria que unifica los procesos de abastecimiento, distribución, ventas, transacciones, manejo del personal, clientes, etc. de una manera centralizada. Cuenta de tres aplicaciones: Enterprise Portal, Enterprise Warehouse, e Integration Broker	Relacionada a la producción, distribución, etc.			HTTP, SOAP, XML	

4.1.2. Control de Procesos

Los sistemas de monitoreo y control de procesos están representados por tres tecnologías básicas: los Sistemas de Control Supervisorio y de Adquisición de Datos (SCADA), los Sistemas de Control Distribuido (SCD) y los equipos de Control Lógico Programable (PLC).

Los sistemas SCADA surgieron en los años 60 y se enfocaron a concentrar información de los procesos a través de Unidades Terminales Remotas; adicionalmente ejecutaban el control de manera centralizada desde un cuarto donde un operador hacía el monitoreo de los procesos. Estos sistemas eran fabricados de manera integral incluyendo todo el hardware y el software requerido para realizar sus funciones. Actualmente los fabricantes de estos sistemas están enfocados al desarrollo de software de visualización de los procesos conocido como Interfaces Humano – Máquina (HMI); el monitoreo de las variables del proceso lo realizan empleando equipo comercial, tal como los PLC. En el futuro esta tecnología tenderá a fusionarse con la de los SCD o la de los PLC, con lo que cuando se requiera solo monitoreo y control supervisorio, cualquiera de estas dos últimas se podrán configurar para proporcionar la funcionalidad necesaria, empleando comunicación por Internet.

El SCD es una tecnología para el control de los procesos con capacidad de procesamiento distribuido, que salió al mercado a partir de 1975. Es un conjunto de componentes de hardware y software que se integran para formar un sistema de control automático donde la interfaz del operador con el proceso es a través de una consola con aplicaciones de software para la configuración y programación del sistema, el monitoreo, el control y la optimización del proceso, así como para el manejo y administración de la información. Cuando surgió el SCD los procesadores eran minicomputadoras o servidores que se encontraban centralizadas en un cuarto y que realizaban principalmente control analógico; posteriormente los fabricantes de los SCD incorporaron características para fortalecer su capacidad de control discreto y el software lo especializaron en forma modular, pero compatible con todo el conjunto. Los fabricantes de SCD han diseñado los sistemas para ser vendidos como una solución completa a un problema de automatización, lo que incluye además del equipo de control, la instrumentación, la consola del operador, la configuración de los equipos, el mantenimiento, la capacitación, la instalación, las pruebas y la puesta en marcha.

En los años 90 los SCD comenzaron a estandarizar los protocolos de comunicación y a reducir su tamaño y costo, para poder competir con los PLC, que años atrás se habían apropiado de una parte del mercado de los SCD. Actualmente los SCD se han especializado en centralizar diferentes sistemas de control de la planta, incluyendo otros SCD, PLC y SCADA, enfocando su interés en aplicaciones para optimización y la administración de la información de los procesos productivos. En el futuro los SCD incorporarán principalmente aplicaciones de software especiales para cada tipo de proceso, considerando el manejo de una gran cantidad de información, con la finalidad de obtener mayor rentabilidad.

A finales de los años 60 se introdujeron al mercado los primeros PLC, los cuales se justificaron para reducir los costos altos que involucraban los sistemas basados en relevadores, consistiendo básicamente de control discreto. Estos dispositivos evolucionaron en los años 70 incorporando mejoras tales como el control analógico. Para la década de los 80 los PLC tendieron a estandarizar sus protocolos de comunicación y a reducir considerablemente su tamaño. En los años 90 se estandarizaron los lenguajes de programación, se perfeccionó la tecnología para el control por medio de módulos remotos, se miniaturizaron y eran compatibles con casi todo el software de visualización existente en el mercado. En el futuro los PLC podrán ser colocados en cualquier sección de un proceso industrial, incluso en las oficinas y casas habitación compitiendo con la tecnología para edificios inteligentes, ya que dispondrá de conexiones directas a Internet en forma alambrada o inalámbrica y la información de los procesos podrá ser transferida además por cualquier dispositivo de telefonía; esto último será especialmente útil para acelerar y hacer más efectiva la toma de decisiones.

La concentración de la información de cualquiera de los sistemas de control se realiza en un servidor, el cual puede contener una Interfaz Humano Máquina (HMI) y varias herramientas para la transferencia remota de la información, tal como manejador de bases de datos y un publicador de páginas para Internet, entre otras. Las HMI comerciales se comunican directamente con los controladores y obtienen la información empleando en la mayoría de los casos protocolos propietarios de cada fabricante de equipo de control. Los estándares de comunicación ampliamente difundidos en el mercado que se emplean para la comunicación entre una HMI y los controladores cubren solo las primeras capas del modelo OSI, los cuales son OPC, TCP/IP y Ethernet. Las HMI en

conjunto con otras herramientas de software se intercomunican con otros sistemas de control o sistemas informáticos, tal como los ERP, empleando básicamente OPC o comandos de SQL.

Debido a que el software de aplicación para automatización de procesos en el pasado fue desarrollado para la recolección de datos de otras fuentes usando manejadores de comunicación particulares de cada fabricante, surgió OPC como un estándar industrial creado gracias a la colaboración de un gran número de fabricantes de hardware y software líderes mundiales en automatización de procesos de producción y a la participación de Microsoft. OPC crea una interfaz común para la comunicación entre diferentes dispositivos que participan en el control de los procesos productivos. Está basado en la tecnología OLE, COM y DCOM de Microsoft y emplea el esquema cliente/servidor, por lo cual es 100% compatible con los productos de Microsoft. Actualmente se están desarrollando las especificaciones de OPC para la transferencia de información de proceso a través de la Internet, empleando el estándar XML. OPC viene siendo el estándar que hará compatible el mundo de la automatización con los productos de Microsoft, por lo que su futuro se observa sumamente promisorio

La tabla 4.2 presenta los principales productos de software disponibles en el mercado que ofrecen uno o varios medios para recopilar la información de los sistemas de control en forma automática. Existen muchos productos principalmente relacionados con una marca de un fabricante de sistemas de monitoreo y control, ya sea SCADA, SCD o PLC y que pudieron incluirse en la lista, sin embargo con los que se muestra se tiene una representación del estado del arte en este ámbito.

Los parámetros que se seleccionaron muestran que los productos están enfocados a compartir la información con otros sistemas o usuarios finales empleando un explorador de Internet, y ocupando principalmente los formatos universales HTML y XML. Muchos de estos productos no poseen una conexión directa a un sistema ERP, lo cual no quiere decir que no puedan hacerlo. Las aplicaciones se construyen principalmente empleando estándares para el manejo de bases de datos y objetos compatibles en muchos casos en el ambiente Windows de Microsoft. La comunicación con los sistemas de control de procesos de producción se hace empleando conectores compatibles con Microsoft e interfaces que emplean el estándar IEEE-802.3 (Ethernet) y el protocolo TCP/IP.

Tabla 4.2. Productos de software para la integración de información de los procesos productivos

No.	Desarrollador	Producto	Descripción	Aplicación para la visualización	Uso de Internet y Herramientas de Aplicación	Compatibilidad con sistemas SCADA	Conectividad con otros sistemas ERP	Formatos de Interfaz y Protocolos	
1	Axedia	Web@Glance	Integración de información, visualización y generación de reportes de cualquier tipo de empresa.	Cualquier explorador de internet	Propias	Compatibilidad con sistemas SCADA	Si, por ejemplo SQL	Javascript, HTML, etc.	
2	IndX Software	XHO	Integración de información, visualización y generación de reportes de cualquier tipo de empresa de producción.	Cualquier explorador de internet	Propia XHO View Builder	Datos de almacén, línea de producción, control de fabricación de algún producto, etc.	ERP	HTML	
3	Wonderware	FactorySuite	Integración de información, visualización de procesos, base de datos en tiempo real, administración de procesos y seguimiento del proceso de una empresa de producción.	Cualquier explorador de internet y una HMI	VBA, Active X	Servidores de entrada/salida para la comunicación con dispositivos de control. OPC	No	XML, HTML	Si
4	Rockwell Automation	RSBWare Historian	Recopila, analiza, visualiza y reporta datos de producción y procesos.	Desarrollo de interfaces para el análisis y visualización de los datos por medio de Visual Basic o C++.	Servidores DDE (Dynamic Data Exchange) y OPC (OLE for Process Control)	SI. SAP R3 en módulos PM, OM y PP		HTML	
5	Intellution	Plant Intelligence	Recopila, analiza, visualiza y reporta datos de producción y procesos y la distribución de las mismas a los usuarios o a otras aplicaciones.	Cualquier explorador de internet o aplicaciones propias de Intellution	Intellution Workspace, controles de Active X para animación. Mediante iCore, puede utilizar conexiones SQL y ODBC para la creación de los reportes. Se publica en línea		No		
6	Schlumberger	InfoStream	Solución para la administración de información que maneja una empresa de exploración y producción tales como información sísmica, del pozo, producción, geológica, etc.	Cualquier explorador de internet	GeoFrame integra administración de la información, geología, geofísica, modelos 3d. También utiliza GIS (Graphical Information Systems)		Si. Por medio de una aplicación llamada OpenSpirit		
7	Landmark	TOWIcs, ARIES y Open Works	Proporciona almacenamiento y análisis de datos de producción para una empresa de exploración y producción. Presenta reportes diarios, mensuales o preprogramados de la información obtenida directamente del pozo.	DSS32 para reportes de ingeniería y producción, ARIES para reportes económicos y pronósticos. DataMart crea tablas para búsquedas		Si. No especifica por qué medio			
8	Invensys	Archestra	Combinación de herramientas, productos, aplicaciones y servicios que trae beneficios directos a la industria de la automatización. Proporciona un medio para la integración de los sistemas actuales de producción con nuevas aplicaciones. Tiene procesos específicos para la industria de gas y petróleo así como para aplicaciones de control.	Aplicaciones personalizadas o por medio del explorador de internet	Archestra	SI. SCADA			
9	Verano	Enterprise Link, RTAP	Es una aplicación orientada a objetos que funciona como intermediario entre aplicaciones de producción y sistemas ERP, creando una arquitectura unificada que se comporta como una única aplicación.	Cualquier explorador de internet	Por medio de API y ActiveX se provee el acceso a las aplicaciones que requieren el trabajo en tiempo real.	OPC, SCADA, dispositivos E/S, PLC's, aplicaciones de nivel de planta, etc.	SAP R/3, SAP iDocs e interfaces basadas en RFC estándar. Otros sistemas ERP via archivos de texto	HTML, XML, SOAP	

4.1.3. Telecomunicaciones

Un Sistema de Telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios diversos servicios⁵.

La red de Internet nació alrededor de 1960, como un proyecto del departamento de defensa de los Estados Unidos, que consistía en generar una red de investigación en los ámbitos militares y científicos. Dicho proyecto llamado ARPANET realizaba las diferentes rutas, gracias al Protocolo de Control de Transmisión (TCP).

En la década de los 80, Internet se convirtió en una red básicamente de desarrollo científico, especialmente dentro de las comunidades universitarias. A finales de 1990 era ya una red destinada a la comunidad científica y a la educación. Es durante los últimos años que, gracias a los avances tecnológicos y a la incorporación de empresas, Internet se convierte en un auténtico fenómeno social al alcance de más de 40 millones de usuarios en todo el mundo.

Los principales componentes tecnológicos de Internet son:

- a) Protocolo de comunicaciones: La habilidad de conectar y comunicar redes y dispositivos de escritorio individuales.
- b) Transferencia de archivos: La habilidad de transferir archivos entre ubicaciones punto a punto.
- c) Correo: La habilidad de proveer comunicaciones entre individuos y grupos.
- d) Navegación de Web: La habilidad de proveer acceso a la información bajo el modelo uno a muchos, a solicitud.
- e) Emulación de terminal: La habilidad de acceder a aplicaciones existentes.
- f) Interfaces de usuario: La habilidad de canalizar la creciente complejidad técnica al escritorio de una manera transparente e intuitiva.

A lo largo de la evolución de Internet, una serie de aplicaciones han sido creadas para satisfacer las necesidades de cada área. Dentro de cada área, la supervivencia del más apto ha generado muchas

aplicaciones que se convirtieron en estándares de la industria. Por ejemplo, el protocolo estándar para transferencia de archivos (FTP), la tecnología de Mosaico para navegación de la Web, el estándar MIME para la distribución transparente de formatos de archivo, la sintaxis del HTML como lenguaje de la Web, etc.

El proyecto Internet 2 trata de la posibilidad de navegar en la red a una velocidad de 622 megabits por segundo, más de 1000 veces la velocidad actual disponible. Además de las universidades y el gobierno, están participando en el proyecto organizaciones de cómputo como: Advanced Network & Services, Cisco Systems, Fore Systems, IBM, MCI, Sprint, SUN Microsystems y el Centro Nacional para las Aplicaciones de Supercómputo (NCSA), entre otras. Las aplicaciones de Internet 2 serán explotadas principalmente por la telemedicina, teleinmersión (sumergirse en ambiente compartido, donde se pueden realizar reuniones virtuales), librerías digitales de audio y vídeo, y realidad virtual en su máxima expresión. Con ellas, cambiarán las formas de aprender, comunicarse y colaborar.

Las redes de datos para la integración vía Internet de los sistemas de información de los procesos productivos y de la administración del negocio continúan basadas en un segmento principal de red mundial en **ATM**⁶ y para la transferencia de información entre usuarios se emplea el protocolo TCP/IP; por el momento continúa desarrollándose la tecnología Internet 2.

TCP/IP es un conjunto de protocolos definido en el estándar IETF RFC791, que fue originalmente desarrollado para interconectar las redes de computadoras de varios departamentos de la defensa de los Estados Unidos de Norteamérica. Posteriormente cuando se implanto la red mundial Internet, ésta adoptó este protocolo para la transferencia de la información. Actualmente este estándar se emplea en casi todas las redes de computadoras privadas y comerciales. TCP/IP tiene está formado por cuatro capas denominadas acceso a Internet, Internet, transporte y aplicación, las cuales tienen una equivalencia con las siete capas del modelo OSI. Este estándar permanecerá en el mercado por muchos años más, ya que la mayoría del hardware y el software actuales para redes de datos están diseñados para operar bajo este estándar, incluso el estándar 10 Gigabit ethernet lo sigue considerando como base.

La arquitectura original de la **Red de Área Local**⁷ Ethernet fue desarrollada por Xerox, en cooperación con DEC e Intel en 1976. Ethernet se hizo popular, por lo que a principios de los años 80 el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) lo estandarizó bajo el nombre de **IEEE-802.3**⁸ "Acceso de múltiples portadoras con la detección de colisiones (CSMA/CD).

Ethernet ha evolucionado principalmente debido al incremento de los tiempos de respuesta de la tecnología de los circuitos integrados y a los avances en optoelectrónica, por lo que se han adicionado estándares sucesivos tal como el IEEE 802.3u "Fast Ethernet" y el 802.3z "Gigabit Ethernet". Actualmente prácticamente se ha liberado el estándar IEEE 802.3ae "10 Gigabit ethernet", que será empleado para sustituir los segmentos de la red que interconecta a todo el mundo (Internet). Gigabit Ethernet será empleado también para formar redes de datos empresariales que tendrán conexión directa con el Internet mediante fibra óptica, lo cual será un alivio a gran cantidad de información que se demandará.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) es una evolución de un estándar de comunicación conocido como ISDN (Integrated Services Data Network) que fue diseñado para transportar cualquier tipo de información (datos, imágenes, voz, audio y video) con pocas variaciones de retraso de tiempo. ATM es técnicamente superior a muchos estándares, incluyendo Ethernet y sus sucesores, pero tiene dos desventajas: una es que tiene una baja interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes y la otra es que es más caro que las demás tecnologías, lo que lo hace prohibitivo para aplicaciones en Redes de Área Local. Usualmente ATM se emplea en **Redes de Área Amplia**⁹o **Redes de Área Metropolitana**¹⁰ incluso en los segmentos principales de Internet. Se está desarrollando una tecnología en ATM que será mucho más eficiente que 10 Gigabit Ethernet, por lo cual en el futuro podría seguir siendo el pilar de la red de redes.

Adicionalmente a ATM, existen otras tecnologías para Redes WAN, que se resumen en los siguientes incisos:

- a) ISDN. Es una red digital de servicios integrados, para aplicaciones de voz, video y datos, que emplea conexiones a las líneas telefónicas ordinarias, con un **ancho de banda**¹¹ de 128 Kbps para el acceso básico y 3 Mbps para acceso principal.

- b) X.25. Es una recomendación de 1976 del comité consultivo internacional para telefonía y telegrafía, CCITT (ahora llamado Comité internacional de comunicaciones, ITU). Se emplea para transmitir información por cobre, en un ancho de banda de 2Gbps máximo.
- c) Frame Relay. Es una recomendación del CCITT de 1984, considerada como una modernización de X.25 y que siguió desarrollándose en los años 90 hasta convertirse en el estándar internacional aprobado por la ITU, I.122. Actualmente es un estándar aprobado por el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI). Su ancho de banda es más de 22 veces que el de X.25. Se transmite por cobre o fibra óptica. Cabe aclarar que tanto Frame Relay como X.25 no garantizan el desempeño de las aplicaciones, por lo que están condenados a ser sustituidos por tecnologías más eficientes.
- d) SDMS. Es un servicio de datos multimegabit conmutado, empleado en las redes MAN, con un ancho de banda igual que el de Frame Relay. Al igual que ATM, SDMS garantizan el desempeño de las aplicaciones, con un mínimo retardo.
- e) T1, E1. La tecnología T1/T3 fue originalmente desarrollada en los Estados Unidos de Norteamérica en los años 60 y es empleada para comunicación empresarial o para Internet en datos o voz; El ancho de banda de T1 es de 1.544 Mbps y para T3 es de 44.736 Mbps, empleando cobre o fibra óptica. Muchos proveedores de acceso a Internet están conectados a este tipo de líneas.
- f) SONET. Es una tecnología de red digital dedicada, con un ancho de banda de 50 veces mayor al X.25, empleando fibra óptica. Está estandarizado por la ANSI y está considerado como la base de la capa física del ISDN.
- g) MODEM. Esta tecnología se emplea para conformar redes analógicas con un ancho de banda de máximo 128 Kbps.
- h) Cablemodem. Utiliza una red de Televisión por cable, alcanzando una velocidad de 26 veces el X.25.
- i) Inalámbrico. Emplea señales electromagnéticas con velocidades de 5 veces la de X.25. La transmisión puede ser terrestre o satelital

Los sistemas de comunicación inalámbricos han tenido un auge impresionante y emplean diferentes protocolos y estándares para la comunicación entre los sistemas de la planta y dispositivos tales

como los teléfonos celulares, las computadoras de mano y las computadoras tipo cuaderno de notas.

La tabla 4.3 muestra una comparación del desempeño de las principales tecnologías para redes WAN.

Tabla 4.3. Comparación del desempeño de las tecnologías para redes WAN.

	Uso del ancho de banda	Administración del tráfico	Desempeño de aplicación
ISDN	Pésimo	Pésimo	Malo
X.25	Malo	Pésimo	Pésimo
Frame Relay	Bueno	Bueno	Bueno
ATM	Excelente	Excelente	Excelente
SDMS	Bueno	Bueno	Bueno

La figura 4.3 es una representación del desarrollo de las tecnologías que son vitales en los tres campos tecnológicos revisados en este capítulo, empleando el concepto de la **curva en "S"**¹². Cabe aclarar que esta representación en una sola curva es con la finalidad de ubicar las tecnologías en la etapa correspondiente, considerando para su posicionamiento los métodos de monitoreo y la opinión de expertos¹³, estando conscientes de que cada tecnología debe tener su propia curva en S. No se consideró para este análisis los métodos de tendencias de extrapolación, el modelado o de escenarios.

Actualmente no existe en el mercado un producto que garantice la integración plena de los sistemas de información de los procesos productivos y de la administración del negocio, con el simple hecho de configurar el software de aplicación a través de sus menús. Los avances en este tema se limitan a la integración de algunos sistemas específicos de la planta y que han sido realizados como trajes a la medida para las compañías que los han solicitado o desarrollado. Dichos sistemas se han implantado para satisfacer las necesidades de intercambio de información para la planeación y la toma de decisiones de las empresas en cuestión, pero no se han apegado a un estándar, lo que

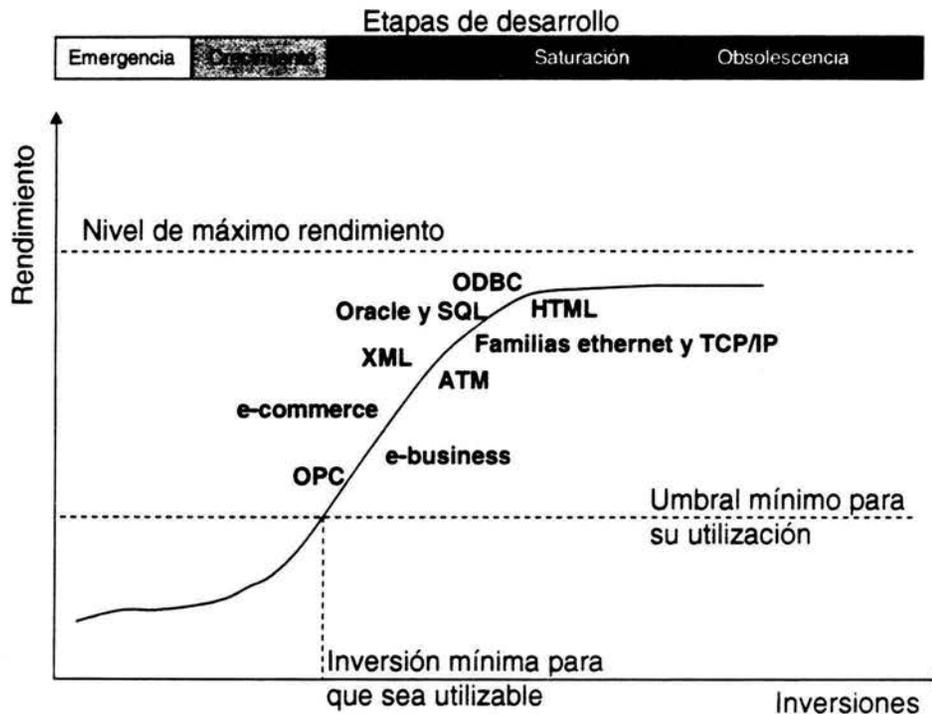


Figura 4.3. Posicionamiento de las tecnologías.

puede ser peligroso desde el punto de vista de que la tecnología evolucionará apegada a los estándares vigentes y esto dificultará una integración de los futuros sistemas que la empresa instale.

4.2. Planteamiento de las alternativas para la implantación del modelo

Partiendo de que la arquitectura del SGI (figura 3.17) requiere de la conexión a los diferentes sistemas mostrados en el esquema de integración de sistemas para conformar el SIIP (figura 3.16), se plantean dos casos para la implantación de este modelo:

Caso 1. Construcción del SGI y su implantación en instalaciones de PEP, utilizando la infraestructura disponible de redes (sistemas de microondas, radio, fibra óptica y cableado estructurado) y los sistemas de información (por ejemplo SIASPA, sistemas de monitoreo y control de procesos, SIMES "sistema ERP SAP-R3", maquetas virtuales, sistema de administración de la calidad y sistema de información de proyectos).

Caso 2. Construcción del SGI y su implantación en un sitio externo a PEP, realizando una conexión remota a los sistemas de información existentes en PEP.

4.3. Análisis de las alternativas de solución

El caso 1 implica la utilización plena de la infraestructura existente en PEP, incluyendo los equipos de cómputo que conformarán el SGI, con la desventaja de que corren por su cuenta las actualizaciones al hardware y software originadas por su obsolescencia.

Una barrera que se puede presentar es del ámbito político, ya que en PEP existen muchos comités y comunidades de profesionales que regulan la implantación de nuevos sistemas. La existencia de proyectos en PEP relativos a la implantación de sistemas de manejo de información, tal como el SIOPDV (Sistema de Operación para la Producción, Distribución y Ventas), que es de ámbito nacional, puede bloquear la visión de los que toman las decisiones y desmeritar las virtudes que el SIIP representa.

El costo de la implantación del sistema en PEP tiende a ser mayor por la ingeniería que por a infraestructura que falta por adquirir. Los costos de mantenimiento a la larga son mayores, ya que PEP debe invertir en personal a tiempo completo; más aún, en PEP se observa a menudo la rotación del personal de sus puestos, lo que implica inversiones adicionales en mantener el "Know How". En caso de requerirse actualizaciones al sistema, usualmente se debe recurrir a la compañía que originalmente lo diseñó, lo cual puede ser peligroso ya que cuando se recurre a la licitación pública nacional, cualquier compañía contratista es susceptible de ganarla, independientemente de su reputación y de su estabilidad en el mercado, lo que no garantiza que en un mediano plazo esta compañía o las que ésta subcontrata existan.

El caso 2 implica la prestación de un servicio externo, conocido como "outsourcing", que puede tener la desventaja de que por el carácter confidencial de la información, se debe asegurar que el servicio sea prestado por una compañía confiable.

Una ventaja es que PEP solicita el servicio con la calidad requerida y la compañía que lo proporciona debe preocuparse por lo necesario para la prestación de un servicio eficiente, incluyendo las actualizaciones, la administración y el mantenimiento.

La prestación de un servicio externo planteado en el caso 2 puede representar una buena inversión para PEP, siempre y cuando sea asignado a la compañía idónea. Para los fines de esta tesis convino realizar la implantación del sistema en el LOIPP, localizado en la Ciudad de México y demostrar su funcionalidad.

Se propone que el sistema de información esté conformado por el SGI descrito en el capítulo 3, conectado en la Intranet de PEMEX a los sistemas disponibles actualmente tales como los Sistemas de Monitoreo y Control de Procesos, el Sistema ERP, el SIASPA, el sistema de administración de la calidad y el sistema de información de proyectos. La forma de acceso a la información podrá ser realizada a través de un explorador de Internet, por lo cual el SGI deberá contener un portal que residirá en un servidor de WEB; adicionalmente deberá tener un servidor de base de datos y de aplicaciones que permita correr herramientas de software para prestar los servicios indicados en la figura 3.17 y para procesar y administrar la información que se almacene en este sistema. Las aplicaciones que más probablemente estén disponibles en la primera fase de la implantación del sistema serán para mostrar la información de proyectos y el estado productivo de la planta; en una fase a mediano plazo se deberán considerar las aplicaciones para capacitación, inteligencia de negocios y de administración del conocimiento.

El servicio de documentación debe consistir en motores de búsqueda con capacidad de filtrado para información específica, preferentemente con menús amigables en la interfaz con el usuario. El servicio de estructura de la planta debe proporcionar información relativa a la configuración actual de los equipos, sistemas y conexiones que se tengan en cada una de las instalaciones de producción de hidrocarburos, de tal manera que les sea útil a los realizadores de los planes de desarrollo y a los que participan en el control y mantenimiento de los sistemas de producción. El servicio de datos en línea debe permitir suministrar en forma gráfica o numérica los valores de las variables de los procesos, tales como presiones, temperaturas y flujos, tal y como se van actualizando en el Sistema de Monitoreo y Control del proceso correspondiente, para que sean empleados por las aplicaciones

y otros servicios que los requieran; por lo que el enlace de comunicación debe ser altamente eficiente para evitar retrasos que afecten significativamente en los resultados esperados por los solicitantes. El servicio de calidad debe realizar la conexión al sistema de administración de la calidad, para proporcionar la información relativa a los procedimientos e instructivos requeridos para el control de los sistemas de producción. El servicio de planeación de los recursos debe permitir establecer una comunicación con el sistema ERP de PEP en el Activo correspondiente, para proporcionar información relativa a planeación de recursos humanos y materiales, logística, mantenimiento, administración de proyectos y finanzas. El servicio de mantenimiento debe permitir obtener información de otros sistemas existentes para la gestión del mantenimiento, adicionalmente al módulo de mantenimiento del sistema ERP. El servicio de optimización debe ser capaz de realizar conexiones a las bases de datos de los Sistemas de Monitoreo y Control de los Procesos para vincular los datos en línea o incluso los datos históricos con el software de simulación y de optimización de procesos de producción de hidrocarburos.

4.4. Definición de los aspectos tecnológicos

Aunado al estado del arte, deben considerarse las tendencias tecnológicas, que muchas veces tienen más peso para la selección e implantación de una tecnología en un proceso, por el simple hecho de que se tienen caracterizadas con curvas que indican la fase en la que se encuentra y el trecho que les falta recorrer antes de llegar a la madurez. Como ejemplo se tiene el caso de la tecnología desarrollada en el lenguaje HTML nacido en los años 80, para la transferencia de información a través de Internet y que en los próximos años será desplazada por la tecnología basada en el lenguaje XML, por su eficiencia, pero sobre todo porque está apadrinado por la compañía Microsoft.

La cantidad de productos que Microsoft ha introducido en el mercado de la automatización ha sido basta en los últimos años, logrando una estandarización en sistemas operativos, lenguajes, aplicaciones, protocolos y conexiones a bases de datos. Las ventajas que los fabricantes e integradores de sistemas han visto es la compatibilidad con muchos productos de software que eran exclusivos en otras áreas y que no podían adaptarse a las aplicaciones del control y la automatización, además de que los costos se redujeron significativamente.

Las consideraciones tecnológicas para la implantación del SIIP que permita la integración exitosa entre todos los sistemas se pueden resumir en los siguientes incisos:

- a) Los Sistemas de Monitoreo y Control de los Procesos deben soportar tecnologías OLE, OPC y ODBC para la transferencia de la información entre aplicaciones y bases de datos.
- b) Las comunicaciones entre los sistemas que se intercomunicarán con el SGI deben ser con base en el estándar IEEE 802.3, empleando el protocolo TCP/IP.
- c) El portal del SGI debe ser construido empleando páginas, menús dinámicos y aplicaciones, desarrollados con lenguajes visuales o estandarizados, tal Visual Basic, Java, C++, HTML y XML.
- d) En el intercambio de información entre bases de datos se debe emplear SQL u Oracle.
- e) El SGI debe contar con aplicaciones (BAPI's) que permitan tener conexión directa con el sistema SAP/R3.
- f) Los sistemas que generen sus propios reportes o resultados y los tengan que enviar al SGI como petición de un servicio, deben realizarlo empleando SQL o a través de la publicación de la información en páginas mediante un servidor propio de Web.

NOTAS

1. Las Interfaces Humano Máquina (HMI) se emplean para la visualización dinámica de los procesos de producción, por medio de una estación de Operación, localizada usualmente en un cuarto de control.
2. ISO/IEC 10731:1994 "Information technology -- Open Systems Interconnection -- Basic Reference Model -- Conventions for the definition of OSI services". Organización Internacional para la estandarización, ISO. 1994.
3. Carácter ASCII. Es un carácter que tiene asociado un número entero, para su identificación.
4. Portabilidad: Característica de un programa de computadora que le permite ser interpretado y utilizado por otros programas.
5. Kuhlman, Federico y Alonso, C. Antonio. "Información y telecomunicaciones", Editorial FCE, México, 1997.
6. ATM (Asynchronous Transfer Mode). Estándar de comunicación para transmisión de celdas de información de voz, audio, video y datos.
7. Una red de área local (LAN) consiste de varias computadoras y periféricos unidos por un cable en un área limitada, con la finalidad de compartir información entre sí.
8. IEEE 802.3AE. "Standard for Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications-Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation". IEEE, 2002.
9. Una Red de Área Amplia, conocida como WAN, interconecta Redes de Área Locales que están separadas por grandes distancias físicas.
10. Una Red de Área Metropolitana, conocida como MAN, interconecta redes de datos separadas por fronteras estatales o nacionales.
11. El ancho de banda es la máxima cantidad de unidades de información que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, normalmente medido en bits por segundo. Un bit es un dígito del sistema de numeración binario y que puede tomar los valores de 0 ó 1.
12. Porter, Alan L. et al. "Forecasting and Management of Technology. John Wiley and Sons Inc". 1991. Part II: Methods. "S" Shapes.
13. Ídem. Part II: Methods. El monitoreo tecnológico consiste en obtener información histórica del desarrollo de la tecnología, la información del estado del arte y la información apuntando a los prospectos futuros.

Capítulo 5

CONSTRUCCIÓN

La propuesta de integración de la información de los sistemas planteada en el capítulo 3 fue puesta en práctica a través de la configuración del hardware y del software necesario para demostrar la funcionalidad del producto que se pretende vender a nuestro cliente (PEP), simulando algunos de los sistemas de manera equivalente a los existentes. Para lograr lo anterior, primero se seleccionó una muestra de un activo de PEP para la prueba del producto; posteriormente se definió la estrategia para su implantación, se realizaron la programación y configuraciones y se puso en operación el sistema limitado a pocos datos y algunos servicios de los subsistemas interconectados; a la par se realizó el diseño de las pruebas.

La configuración y puesta en operación del sistema para la prueba del producto fueron realizadas por un grupo de trabajo que consistió de especialistas del área informática y computación para el desarrollo del portal y las aplicaciones del SGI, así como de ingenieros de varias disciplinas para la integración de los sistemas de control y de los sistemas informáticos.

5.1. Selección de la muestra para prueba

De acuerdo con el organigrama, PEP abarca 4 regiones y cuenta con muchos Activos de Explotación. Debido a que las subdirecciones de cada región representan a un número de Activos de Explotación y que éstos tienen cierta autonomía en la administración de su propia tecnología, considerando que además definen sus propias políticas que los hacen independientes en la gestión de sus recursos, se optó por seleccionar un Activo de Explotación como muestra para la implantación y prueba del planteamiento realizado para la integración de los sistemas.

Dos factores importantes para la selección de la muestra fueron el nivel de automatización en el manejo de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio en el Activo, así como el volumen de la misma. Otro factor que se consideró crítico es la relación que el Grupo de Optimización de Instalaciones de Producción del Instituto Mexicano del Petróleo tiene con

los Activos de Explotación de PEP, ya que esto es determinante para la factibilidad de la implantación del producto resultante del proceso de gestión de la innovación.

Se seleccionó el Activo Pol-Chuc, debido a que se tiene automatizado aproximadamente un 85% de sus instalaciones de producción, localizadas en el Golfo de México frente a las costas de Tabasco y a que dispone de algunos sistemas informáticos para el apoyo de las actividades de sus diferentes áreas de trabajo. La relación del GOIP con este Activo en la realización de proyectos de asistencia técnica para la automatización data de 1995 a la fecha. Otro factor determinante para la selección de este Activo como muestra de prueba fue que expresó su necesidad inmediata de contar con un mecanismo automático para la integración de la información para la operación de los procesos de producción, la planeación y la toma de decisiones, de acuerdo al plan rector de automatización de sus instalaciones¹.

5.2. Estrategia de implantación

La estrategia que se estableció fue obtener el quipo de cómputo, interconectarlo y realizar la configuración del software que en conjunto conformaría el SGI; posteriormente comunicar la Intranet del IMP con la PEP y vincular con el SGI el sistema de calidad de PEP, un sistema de monitoreo y control de procesos, la información de maquetas virtuales y la documentación relacionada con un proceso automatizado. El SGI se localizará en un sitio remoto a PEMEX, específicamente en el Laboratorio de Optimización Integral de Instalaciones de Producción del Instituto Mexicano del Petróleo² donde se administrará el desarrollo de la tecnología y se prestará el servicio en línea, por lo que es necesaria su conexión directa con la intranet del Activo Pol-Chuc.

Los usuarios de la información en el Activo tendrán acceso al SIIP a través de su explorador de Internet, lo cual permitirá ofrecer el servicio de información sin necesidad de instalar algún software de aplicación adicional en el equipo de cómputo de los usuarios.

Aquellos servicios de información que no puedan ser prestados, debido a las limitantes para la conexión con los sistemas específicos o para la extracción de su información, primero se hará la simulación funcional de estos sistemas y posteriormente se realizará la conexión virtual al servicio.

El SIIP deberá integrar la información de los procesos de producción de hidrocarburos y de la administración del negocio, facilitando a todos sus usuarios en el activo Pol-Chuc su localización a través de una interfaz única, considerando los modelos de objetos, sus propiedades y atributos definidos en el capítulo 2.

5.3. Construcción

La configuración del SGI fue realizada por especialistas en el área de informática y computación, pertenecientes al Grupo de Optimización de Instalaciones de Producción del I.M.P., con el apoyo de tesis de licenciatura. Las compañías que transfirieron su tecnología al LOIPP para la realización de las pruebas de integración al SIIP fueron Simsci y Wonderware del grupo Invensys, Rockwell Automation y Verano.

El desarrollo de los mecanismos para demostrar la funcionalidad del modelo, estuvo basado en las tecnologías revisadas en el apartado 4.1 y en una arquitectura de **redes de tres niveles**⁴, donde intervienen servidores de bases de datos, servidores de aplicaciones y un servidor HTTP.

El hardware requerido fue definido considerando el esquema de integración de sistemas para conformar el SIIP, mostrado en la figura 3.16. Los servidores de información de PEP que se consideraron en el SIIP fueron el de WEB, el de calidad de la Región Marina Suroeste y el del Sistema de Monitoreo y Control de los procesos de la plataforma Chuc-A. Los servidores de información en el IMP fueron el de WEB, el de Base de Datos y el de aplicaciones para el SGI. Adicionalmente, para demostrar la transferencia de información de otros sistemas, se consideraron los servidores de base de datos, de reportes y publicador en WEB de la información de los procesos productivos con herramientas de software de Wonderware y Rockwell Automation, una estación de trabajo con herramientas para la simulación en línea de la compañía Simsci, una estación de trabajo para proporcionar el servicio de maquetas virtuales y un servidor de Verano para integrar datos con SAP/R3. La figura 5.1 muestra la arquitectura del SIIP empleada para la implantación del modelo.

Se realizó una conexión protegida entre las Intranet del I.M.P. y de PEMEX, para poder compartir la información de manera segura empleando el protocolo http. Los servidores del Activo Pol-Chuc no requirieron configuraciones. Los servidores de WEB, de bases de datos y de aplicaciones en el

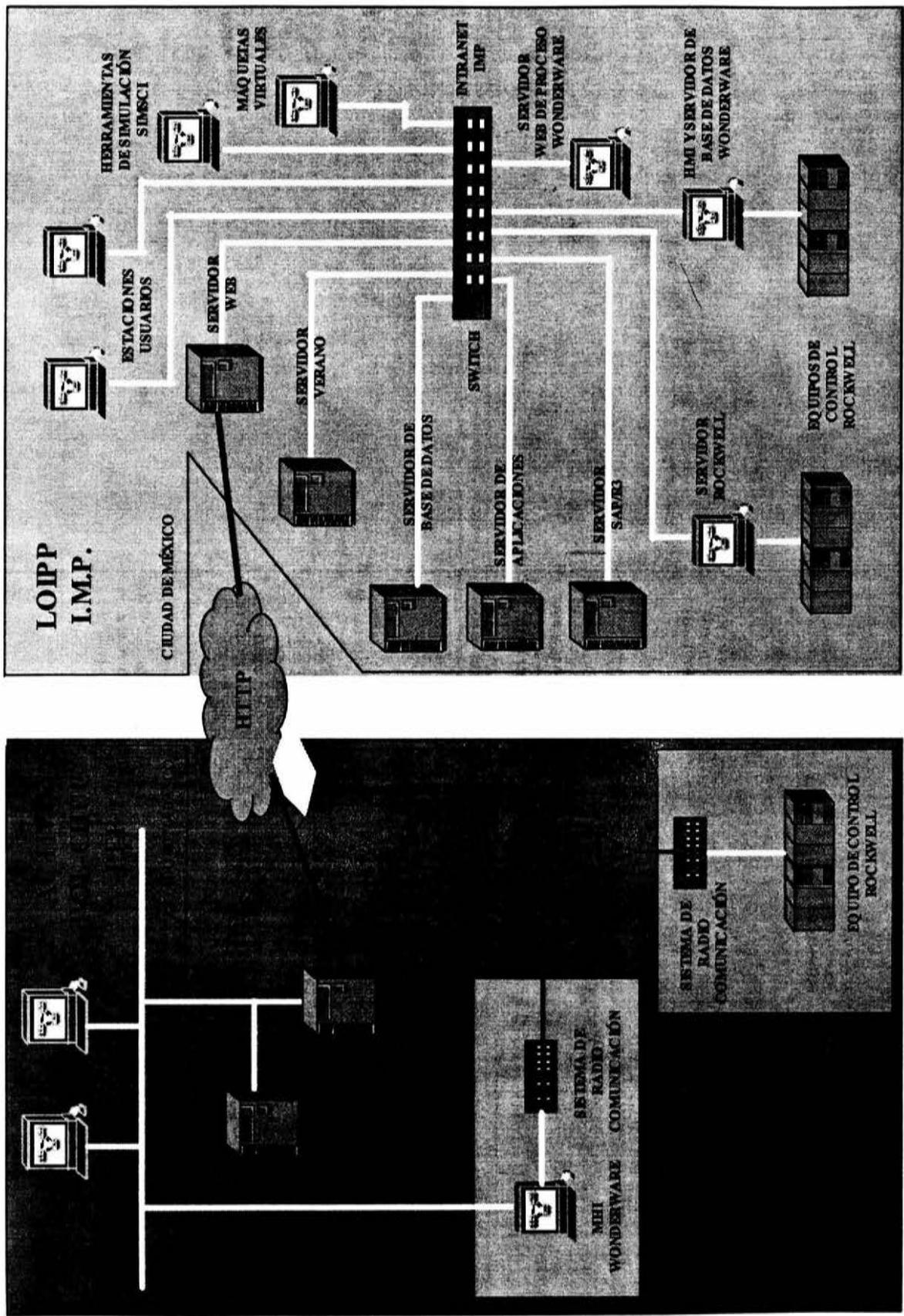


Figura 5.1. Arquitectura del SIIP empleada para la implantación del modelo.

I.M.P. fueron configurados empleando las herramientas FLASH y DREAMWEAVER de Macromedia y SQL y VISUAL STUDIO.NET de Microsoft para poder proporcionar los servicios, las conexiones a las bases de datos y las aplicaciones definidas en la arquitectura del SGI, y que fueron mostrados en la figura 3.17. Se programaron en lenguaje SQL las estructuras para las clases y los objetos de personal, equipo y material, de acuerdo al planteamiento realizado en el anexo E.

Las herramientas InSQL y SuiteVoyager en los servidores de base de datos y de WEB de Wonderware fueron configuradas para poder concentrar, manipular y publicar en las intranet la información de los procesos simulados en el LOIPP.

Las herramientas RSSQL y RSBIZWARE en el servidor de Rockwell fueron configuradas para concentrar, manipular y publicar en las intranet el manejo de la información de un proceso simulado en el LOIPP, con el motivo de demostrar la convivencia de dos tecnologías de diferentes fabricantes.

Las herramientas PRO-II y ROMEO de SIMSCI fueron configuradas para crear un ambiente de prueba para la simulación, reconciliación de datos y optimización en línea, que permitiera ser comandado desde el SGI por cualquier usuario en cualquier punto de las dos intranet.

Las herramientas ENTERPRISE LINK y RTAP de Verano, fueron configuradas para demostrar la integración de la información de los procesos de producción simulados en el LOIPP y los módulos de recursos humanos y de materiales del SAP/R3.

La estación de trabajo que contenía los gráficos de las maquetas virtuales fue vinculada al servidor de bases de datos del SGI, para que a partir de cada maqueta se pudiera obtener información definida en los modelos de personal, equipo y material del estándar ANSI/ISA-95, parte 2.

5.4. Diseño de las pruebas

El objetivo de las pruebas es comprobar la funcionalidad del producto desarrollado y para promocionarlo en PEP durante esta fase. El siguiente procedimiento general fue preparado para la realización de las pruebas, donde los puntos 4 y 5 están enfocados al usuario final:

1. Poner en funcionamiento cada uno de los servidores y estaciones considerados en la arquitectura para la prueba del SIIP.
2. Verificar la comunicación del SGI con cada uno de los sistemas locales y remotos.
3. Abrir la página principal del portal desde una estación de usuario desde la Intranet de PEP.
4. Abrir uno por uno de los servicios y aplicaciones configurados en el SGI, realizando todas las operaciones disponibles.
5. Responder a la encuesta aplicada con el fin de evaluar el grado de aceptación del SIIP.

NOTAS

1. Casasola, Víctor M., Mondragón, Marcos y otros. Plan Rector de Automatización del Activo Pol-Chuc. Instituto Mexicano del Petróleo. 2001. Reg. Der. Aut. No. 934567231.
2. Las Intranets de PEMEX y del IMP son físicamente independientes, pero pueden ser conectadas, considerando que debe asegurarse la autenticidad de los usuarios y la confidencialidad de la información.
3. De Pablos Heredero, Carmen, et al. "Dirección y Gestión de los sistemas de Información en la empresa". Editorial ESIC. Madrid 2001. P. 150.

Capítulo 6

PRUEBAS DEL PRODUCTO Y COMERCIALIZACIÓN

El planteamiento del producto desarrollado con base en la arquitectura del sistema, como se indicó en el capítulo 5, fue probado y validado por el personal que participó en las encuestas de detección de necesidades aplicadas en la fase inicial del trabajo de tesis. La validación estuvo enfocada a los requerimientos de información solicitados por el personal, considerando la funcionalidad del planteamiento del sistema y el grado de utilidad y de aceptación de los objetos configurados en el SIIP, apegados estrictamente a la propuesta de la norma ANSI/ISA – 95.

6.1. Pruebas del diseño

Una vez configurados los servidores considerados en la figura 5.1 y confirmada la comunicación entre cada uno de ellos, se procedió a verificar el funcionamiento del SIIP a través de una conexión remota al portal del SGI, empleando el explorador de Internet en cada una de las estaciones del personal que participó en la realización de las pruebas.

La figura 6.1 muestra la página principal del portal, la cual contiene los accesos a algunos de los servicios considerados en el esquema de integración de los sistemas del SIIP, de la figura 3.17. Cada servicio tiene configurados los objetos de los modelos de personal, equipo y material, cuyos atributos residen en el servidor de base de datos. El acceso a cada servicio se realizó por medio de hipervínculos a los servidores involucrados.

Cada uno de los usuarios a los que se les aplicó la encuesta final, manipuló el portal para solicitar información de acuerdo a sus necesidades. La figura 6.2 muestra un acceso a los atributos de un objeto de equipo que pertenece a la clase de separadores, realizado por un usuario desde el servicio de maquetas virtuales. La figura 6.3 muestra otro acceso a los atributos de un objeto de equipo que pertenece a la clase de separadores, realizado por el mismo usuario desde el servicio de datos en línea.



Figura 6.1. Página principal del portal del SIIP.

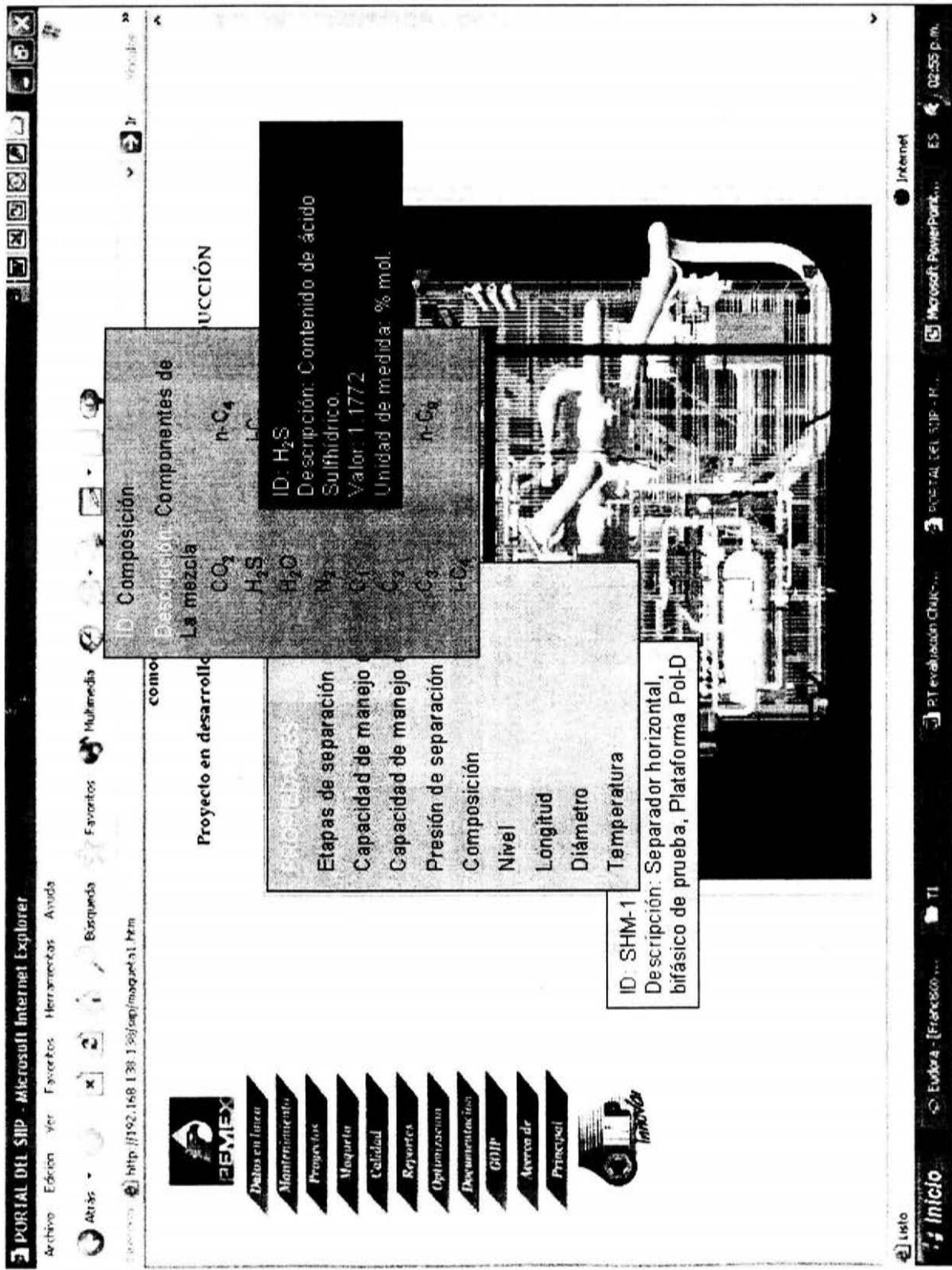


Figura 6.2. Acceso a los atributos de un objeto desde el servicio de maquetas virtuales.

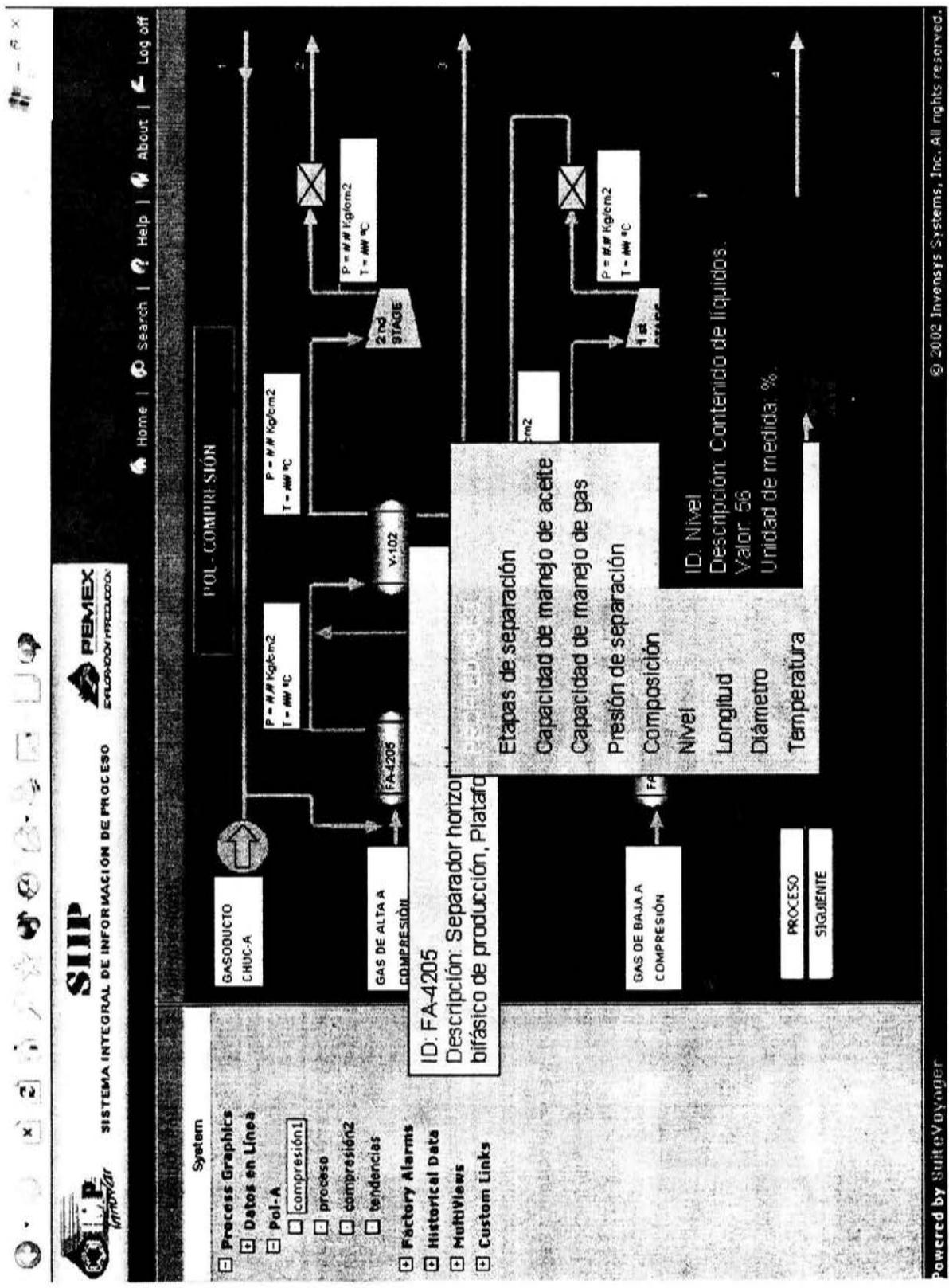


Figura 6.3. Acceso a los atributos de un objeto desde el servicio de datos en línea.

6.2. Análisis de los resultados de las pruebas

Con el fin de validar el planteamiento realizado para la integración de los sistemas de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio, se realizó una segunda entrevista al mismo personal que participó en la detección de necesidades de información. La guía de entrevista se encuentra en el anexo B. La categorización de las respuestas obtenidas para estas nueve preguntas y su gráfica correspondiente se muestra en las figuras 6.4 a 6.8.



Figura 6.4. Interés del personal en el uso de la información.



Figura 6.5. Grado de aceptación de la estructura del portal.

Todas las Superintendencias evaluadas coinciden que el SIIP representa una herramienta útil en el desarrollo de sus actividades; puesto que permite:

- a) Apoyar las actividades sustantivas del Activo, mejorando la toma de decisiones.
- b) Monitorear y obtener datos en línea, consulta: el estado de equipos en tiempo real e histórico y analizar tendencias.
- c) Tener un acceso fácil a la información, relacionada con sus actividades.

El personal entrevistado opina que la estructura del portal es aceptable debido a que:

- a) Presenta la información de lo general a lo particular (trascendente).
- b) Usa tecnología web, permitiendo un fácil acceso y navegación del sistema.
- c) La interfaz gráfica es práctica y amigable.
- d) Se puede visualizar los alcances generales de la información a revisar, sin embargo ésta aún se presenta en forma incompleta.



Figura 6.6. Utilidad de los objetos del SIIP, apegados a ANSI/ISA-95.



Figura 6.7. Interés en la seguridad de la información presentada en el SIIP.



Figura 6.8. Ventajas del foro de consulta

Algunos entrevistados coinciden en el hecho de que la aplicación de la norma ANSI/ISA-95 a los diferentes elementos del proceso permite:

- a) Obtener y tener acceso a información en detalle.
- b) Reforzar el contenido de la información.

Adicionalmente consideran que es una estrategia adecuada el apegarse a una norma internacional, si embargo señalan que es conveniente relacionar y dimensionar correctamente el sistema ya que dicha aplicación podría consumir muchos recursos.

Se detectó un alto interés en que la información deba organizarse de acuerdo a su importancia y relevancia, manteniendo la seguridad que permita garantizar la integridad de la operación y la veracidad de la información mostrada, ya sea en tiempo real ó histórica, lo que conlleva a que cada área que emita información sea responsable de la misma.

Entre las ventajas que un foro de consulta puede proporcionar, se mencionaron las siguientes:

- a) Facilita la comunicación y aprovechamiento del conocimiento y experiencia de todo el personal de la organización.
- b) Permite tener una herramienta de consulta de información en forma remota e interactiva.
- c) Permite conocer las opiniones del personal que maneja diferentes procesos, con una mejor retroalimentación.

El sistema de información implantado, cuyos objetos están estrictamente apegados al estándar ANSI/ISA-95 fue aceptado unánimemente, principalmente debido a la estructura del portal, que presenta información trascendente de lo general a lo particular, con un formato simple, pero que permite mostrar la información al detalle necesario para poder realizar las actividades de cada usuario de una manera más rápida y eficiente que en la forma tradicional.

De los resultados de las entrevistas se observa un alto interés de los usuarios de la información presentada en la supervisión y el monitoreo de los procesos; como segunda prioridad se presenta la necesidad de emplearla para la toma de decisiones y como tercera prioridad para el apoyo administrativo.

El personal reconoció que le es útil la información y las herramientas tal como se dispusieron en el SIIP y que con ello sí se evita la duplicidad de labores en la obtención de la información y que permite realizar más ágilmente sus actividades, ya que se consume menos tiempo en la búsqueda de la información por el hecho de tener acceso a mayor cantidad de información, con el nivel de detalle y capacidad de relación que le proporciona la estructura de los objetos basados en los modelos de la norma ANSI/ISA-95.

Se observó que la cultura del personal localizado remotamente de los procesos para la operación de las plantas de producción de hidrocarburos aún no está del todo enfocada para que se explote la herramienta desarrollada de una manera inmediata en PEP en forma óptima; por lo que se podría requerir además de una capacitación exhaustiva en el uso y las aplicaciones potenciales de la herramienta, la modificación de algunos procedimientos e instructivos de trabajo del sistema de calidad. De cualquier forma siempre una nueva herramienta al principio causa temores, dificultades en su uso y muchas veces incomodidad, debido a que se está modificando la forma tradicional en la que el empleado realiza sus actividades.

Las pruebas del producto para la integración de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio en PEP implicó comunicar muchos sistemas informáticos y de control de los procesos de producción, además del desarrollo de una herramienta de software que permitiera mostrar la información, empleando objetos apegados a los requisitos los modelos de propiedades y

atributos presentados en la segunda parte del estándar ANSI/ISA-95. Esta validación permitió determinar el impacto de la herramienta desarrollada como un producto que puede venderse a clientes potenciales. Adicionalmente se detectaron los puntos débiles que requieren mejoras, lo que deberá atenderse inmediatamente para aprovechar las oportunidades de un mercado, que en un corto plazo presentará grandes amenazas por los competidores potenciales y los que ya se encuentran compitiendo.

6.3. Comercialización

Tomando en consideración los resultados de la prueba y que el Activo de Explotación Pol-Chuc estaba interesado en la integración de la información de los sistemas de control de sus procesos de producción de hidrocarburos, el GOIP elaboró una propuesta técnico – económica para cubrir esta necesidad y la presentó para su evaluación.

Posterior a un proceso de evaluación la propuesta fue aceptada y se elaboró y firmó un contrato para la realización en el Activo Pol Chuc del proyecto F.30540: “Asistencia técnica especializada en la automatización e integración de la información de los procesos de producción de hidrocarburos de los campos Pol, Chuc y Batab”, como lo hace constar el documento de la figura 6.9.



Correspondencia Externa

"2003, Año del C.C.T. Aniversario del natalicio de Don Miguel Hidalgo y Costilla, Padre de la Patria."

Consecutivo **RMSO-AI-APCH-A.6-1402** /03
 Expediente
 Fecha **03 de Noviembre de 2003.**

Instituto Mexicano del Petróleo
Ing. Sergio Balandrán Rocha
Gte. de Atención a Clientes de Exploración y Producción, Z.M.
Presente.

Asunto: Aprobación de propuesta Técnico-Económica Proyecto IMP F.30540

Con relación a su comunicado DRZM-GAC-DB-163/03 de fecha 06 de octubre del año en curso, en el cual nos presenta la propuesta técnico-económica para desarrollar los trabajos de "Asistencia técnica especializada en la automatización e integración de información de las instalaciones de producción de hidrocarburos de los campos Pol, Chuc y Batab", le comunico que una vez revisada dicha propuesta estamos de acuerdo en el monto de \$ ~~52'100 M.N.~~ (Son ~~52 mil 100~~ pesos 52'100 M.N.) más IVA y en el tiempo de ejecución de 366 días naturales, por lo que procederemos a la formalización del trabajo, mediante la firma del contrato específico como fecha probable el día 25 de noviembre del presente.

A continuación se relacionan los siguientes datos presupuestales:

Centro Gestor:	27425140	Cuenta Mayor:	62070099
Pos. Financiera:	308301801	Elemento PEP:	TV4097447U6
Fondo:	7V4097U644	Porcentaje:	40
Centro Gestor:	27425140	Cuenta Mayor:	62070099
Pos. Financiera:	308301801	Elemento PEP:	TV4197447U7
Fondo:	7V4197U744	Porcentaje:	20
Centro Gestor:	27425140	Cuenta Mayor:	62070099
Pos. Financiera:	308301801	Elemento PEP:	TV4297447U6
Fondo:	7V4297U644	Porcentaje:	40

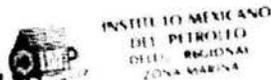
De acuerdo a lo anterior, deberá de enviar a la brevedad el control del proyecto y la documentación complementaria para la formalización y ejecución de estos trabajos.

Así mismo, le informamos que la fecha probable de inicio de los trabajos será el día 01 de diciembre del presente año.

Atentamente:

Ing. Antonio Reyes Trujillo

Administrador Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc, R.M.SO.



06 NOV 2003

RECIBIDO
 GERENCIA DE ATENCION A CLIENTES

C. d. Subgerencia de Mantenimiento y Apoyo Operativo Pol-Chuc
 Subgerencia de Admón. y Finanzas Pol-Chuc
 Ing. de Instalaciones Pol-Chuc
 Gerencia de Ing. de Producción, IM, México
 Expediente: RMSO-AI-APCH-A.6-1402

[Handwritten signature]

Administración
Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc
 Rta. El Limón S/N, Dos Bocas, Tab.
 C.P. 86600, Micro 5-40-00, Telmex 33-3-06-90

Figura 6.9. Carta de aceptación del proyecto para la integración de la información en el Activo Pol-Chuc

Capítulo 7

CONCLUSIONES

Este trabajo de tesis cubrió las etapas de desarrollo de una innovación partiendo de una idea original para el desarrollo y comercialización de un producto, con la finalidad de satisfacer dos necesidades: para el cliente (PEP) es contar con tecnologías que le ayuden a alcanzar niveles internacionales de eficiencia de costos, seguridad y protección ambiental y para el Instituto Mexicano del Petróleo es transformar el conocimiento en realidades industriales innovadoras.

De acuerdo a los resultados de las pruebas, Cada uno de los entrevistados expresó su aceptación del sistema, reconoció que sí contribuye a reducir la duplicidad de labores y el tiempo de ejecución y que con la mayor cantidad de información, su detalle, las herramientas de búsqueda y organización que proporciona el SIIP, pero que dependiendo de la calidad de la información, se pueden planear y tomar decisiones más efectivas. En la última entrevista el personal más bien estuvo preocupado porque el SIIP fuera lo suficientemente completo para cubrir sus necesidades de información, que le permitiera operar los sistemas de producción de hidrocarburos, así como planear y tomar sus decisiones de manera más eficiente y eficaz.

La hipótesis planteada se cumplió con la firma de un contrato para un proyecto de integración de información de los procesos de producción de los Campos Pol, Chuc y Batab, para el Activo de Explotación Pol-Chuc, con fecha de inicio del 1 de diciembre de 2003.

7.1. Logros alcanzados

El proceso para llevar a cabo la gestión de la innovación de un producto de software que permita la integración de la información de los procesos productivos y de la administración del negocio, con objetos apegados a los modelos establecidos en la segunda parte del estándar ANSI/ISA-95, se concluyó hasta la fase de comercialización en un Activo de Explotación de PEP, con un alcance de integración de información de los procesos de producción de los Campos Pol, Chuc y Batab.

Adicionalmente a la comercialización del producto en el Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc¹, se está considerando su inclusión en el catálogo de productos y servicios del GOIP, que refleje su impacto en el plan de negocios. A la par se está empezando a determinar la factibilidad de implantación y dar a conocer el producto en cada uno de los diferentes Activos de Explotación de PEP; así mismo se está en proceso de protección intelectual del software.

7.2. Trabajos futuros

Uno de los trabajos inmediatos será perfeccionar el software desarrollado y adicionar objetos de niveles superiores, de acuerdo a los modelos presentados por ANSI/ISA-95. Se hace necesaria la mejora continua en la fase transicional, considerando las estrategias propuestas por Allan Afuah² con un enfoque en habilidades para la diferenciación del producto, poner más atención en la mercadotecnia y hacer publicidad para lograr reconocimiento del producto, lo cual está justificado principalmente por el acortamiento del ciclo de vida de los productos, para mantener la compatibilidad del hardware y del software de sistemas que se lanzan al mercado año con año.

Será un trabajo arduo la implantación de un sistema integral de información de los procesos productivos y de la administración del negocio en todo PEP, ya que se requiere primero elaborar un diseño de las arquitecturas para la integración del hardware y del software de los sistemas existentes y futuros para cada Activo de Explotación, de acuerdo al esquema presentado en la figura 3.16. El segundo paso es la identificación de las variables y la vinculación de la información de las bases de datos de los servidores de cada sistema de información con los objetos del software del SIIP. Por último se deben hacer las configuraciones necesarias para la administración de la información. Deben realizarse los trabajos para detonar el cambio cultural, para que todos los usuarios del SIIP reconozcan el potencial de esta herramienta y la exploten para sacarle el máximo provecho, no olvidando la validación del sistema una vez que se implante en PEP y las actividades para su mejora continua.

7.3. Comentarios finales.

La gestión de la innovación que resultó de este trabajo de tesis requirió de la utilización de recursos tanto propios del Instituto Mexicano del Petróleo, como de los proveedores de tecnología, que la transfirieron al LOIPP con fines principales de mercadotecnia y publicidad.

El grupo de trabajo interdisciplinario conformado para el desarrollo de la innovación funcionó exitosamente, empleando el esquema matricial con un jefe funcional y uno de proyecto, definiendo previamente las responsabilidades y autoridades para no ocasionar conflictos de índole jerárquica. Este grupo se caracterizó por la diversidad de especialidades, las variaciones de edad, tomando como base un grupo estable, pero con la inclusión de recursos humanos nuevos. El esquema de trabajo funcionó muy bien dividiendo las responsabilidades, pero también delegando autoridad. Los factores determinantes en la eficiencia y en la eficacia obtenida fueron el conocimiento que soporta las competencias y los bienes intangibles disponibles, tal como las habilidades para el diseño, los derechos de autor, personal con experiencia y una dirección y control sólidos del trabajo de tesis.

El éxito de la gestión de la innovación llevada a cabo se debió al soporte financiero otorgado por el Instituto Mexicano del Petróleo; a los proveedores que facilitaron su tecnología para la realización de pruebas; al establecimiento de buenos canales de comunicación entre los participantes, tanto internos como externos que compartieron metas comunes; a la planificación y un adecuado control del trabajo de tesis; a involucrar directamente al consumidor (cliente) en el desarrollo del producto para asegurar el **crecimiento rentable**³ del mismo y al grupo de trabajo con características de variabilidad en las edades, experiencia, conocimiento y distribución de las responsabilidades y autoridad en los diferentes niveles de la estructura organizacional para la realización del trabajo de tesis.

Otros aspectos clave para el éxito de la innovación realizada fueron la promoción de la creatividad en el grupo de trabajo, el conocimiento de las problemáticas y del enfoque del negocio, la libertad en la generación de ideas y los mecanismos informáticos para compartirlas y explotarlas durante todo periodo de desarrollo.

La comercialización fue favorable debido principalmente a que la idea que fue el punto de partida del proceso de desarrollo de la innovación surgió del enfoque a las necesidades tanto expresas como no expresas del cliente. Lo importante era conocer todas estas necesidades, lo cual se logró a través de la explotación del conocimiento tácito y explícito que se disponía, proveniente de la opinión de los proveedores de tecnología, de los trabajadores de PEP, del personal del GOIP y de toda la documentación de la planeación de la automatización de las instalaciones de producción de hidrocarburos en los diferentes Activos de Explotación de PEP.

Se concluye que es de suma importancia el contar con las competencias y los bienes intangibles apropiados para la constitución de equipos virtuales y alianzas para la generación de innovaciones que satisfagan las exigencias de un mercado altamente competitivo, principalmente para empresas que tienen como estrategia la diferenciación de productos, sin descuidar que una vez que se genere riqueza a partir del conocimiento, ésta a su vez debe propiciar la generación de nuevo conocimiento, a través de la Investigación; ciclo que desencadenará en conseguir interminablemente mayor riqueza y conocimiento.

NOTAS

1. A la fecha de concluir este trabajo de tesis, el Activo Pol-Chuc, como se mencionó a lo largo de este documento, fue reestructurado y denominando Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc, que considera adicionalmente las instalaciones del anterior Activo de Explotación Abkatun.
2. Afuah, Allan. "Innovation Management. Strategies, Implementation and Profits". Oxford University Press. N. Y. 1998. pp. 146, 147.
3. Amidon Debra M. "Estrategia para Innovar en la Economía del Conocimiento. El despertar del Ken". Editorial Kendra S. A. de C. V. México, 2000.

Anexo A

MODELOS DE LOS OBJETOS DE ACUERDO A ANSI/ISA-95

Modelo de la capacidad de producción

La información de la capacidad de la producción es relativa a todos los recursos empleados para producir en determinado momento. Considera equipo, material, personal y segmento del proceso, como lo indica el modelo de la figura A.1.

La capacidad de producción está definida por “n” **atributos** de capacidades de personal, equipo, material y segmentos de proceso, cada uno de los cuales tiene asociadas **propiedades** de acuerdo al modelo particular (personal, equipo, material y segmento de proceso).

Los atributos de las capacidades de producción son: Identificación, descripción, tipo de capacidad y su razón, localización, tipo de elemento, tiempos de inicio y término y fecha de generación de la producción.

Las propiedades para cada capacidad de personal son el nombre de la propiedad del personal (por ejemplo: nivel operador), su descripción, valor y unidad de medición de la propiedad y la cantidad de la capacidad, con sus unidades. Los atributos de las capacidades del personal son: clase de persona, persona asociada, descripción, tipo de capacidad (disponible, comprometida o no disponible) y su razón, localización, tipo de elemento, tiempos de inicio y término, cantidad de personal y sus unidades de medición.

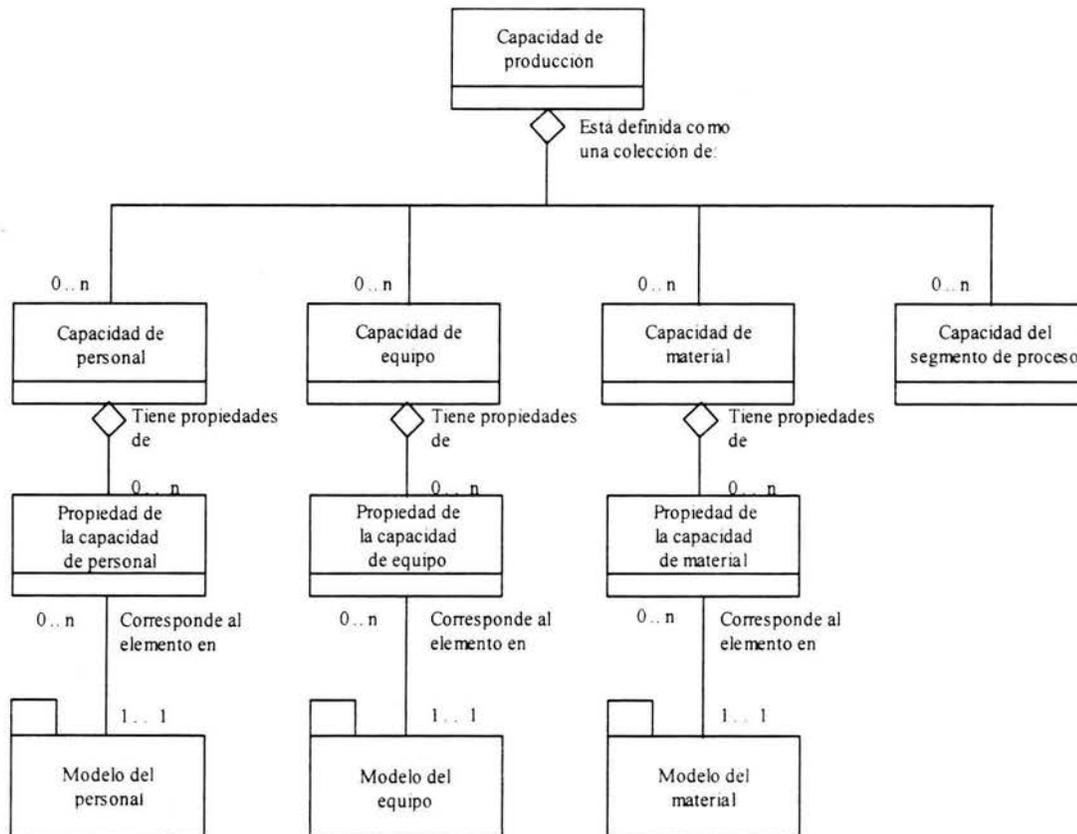


Figura A.1. Modelo de la capacidad de producción.¹

Los atributos de la capacidad del equipo son: clase de equipo asociado con la capacidad, identificación del equipo y su descripción, tipo de capacidad y su razón, localización, tipo de elemento (sitio, área, célula de proceso, unidad de producción, línea de producción, etc.), tiempos de inicio y término, cantidad de la capacidad del equipo y sus unidades. Los atributos para cada capacidad de equipo son: nombre de la propiedad, descripción, valor, unidad de medición, cantidad de la capacidad y sus unidades.

Los atributos de la capacidad de material son: clase de material asociado con la capacidad, definición del material asociado con la capacidad, lote de material, sublote de material, descripción, tipo de capacidad y su razón, localización, tipo de elemento, uso del material (consumido, producido o consumible), tiempos de inicio y término, cantidad y sus unidades. Las propiedades de la capacidad del material son: nombre de la propiedad, descripción, valor y sus unidades, cantidad y sus unidades.

Modelo de la capacidad del segmento del proceso.

Los atributos y las propiedades para los objetos definidos en este modelo son equivalentes a los descritos para el modelo de la capacidad de la producción. Este modelo aplica para la capacidad de un segmento de proceso específico, como lo muestra la figura A.2².

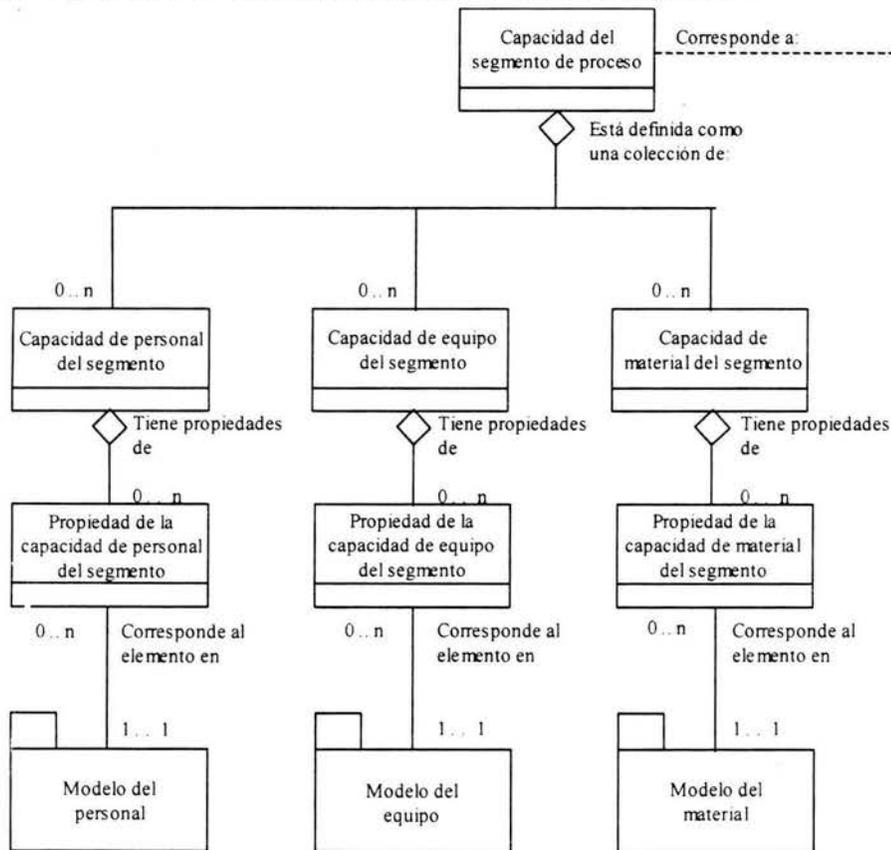


Figura A.2. Modelo de la capacidad del segmento de proceso

Modelo del personal.

Este modelo define los atributos y propiedades de los aspectos indicados en la figura A.3.

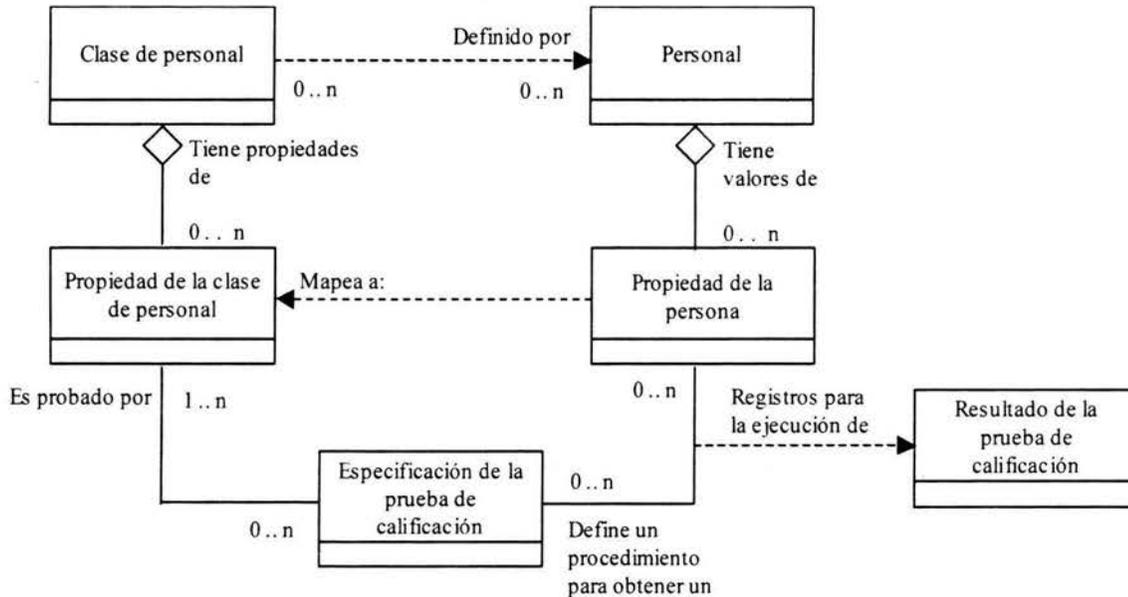


Figura A.3. Modelo del personal³.

Los atributos de la clase de personal son una identificación y su descripción. Los atributos de propiedad para cada clase de personal son: identificación de la propiedad, descripción, valor y unidad de medida.

Los atributos de la persona son: identificación de la persona específica, su descripción y el nombre. Los atributos de propiedad de la persona son: Identificación de la propiedad específica, su descripción, un conjunto de valores asignados a esta propiedad y las unidades de estos valores.

Los atributos de la especificación de la prueba de calificación son: nombre de la prueba, descripción y la versión. Los atributos del resultado de la prueba de calificación son: identificación, descripción, fecha y hora de la prueba de calificación, resultado de la prueba, unidad de medida del resultado y fecha de expiración.

Modelo del equipo.

Este modelo define los atributos y propiedades de los aspectos indicados en la figura A.4.

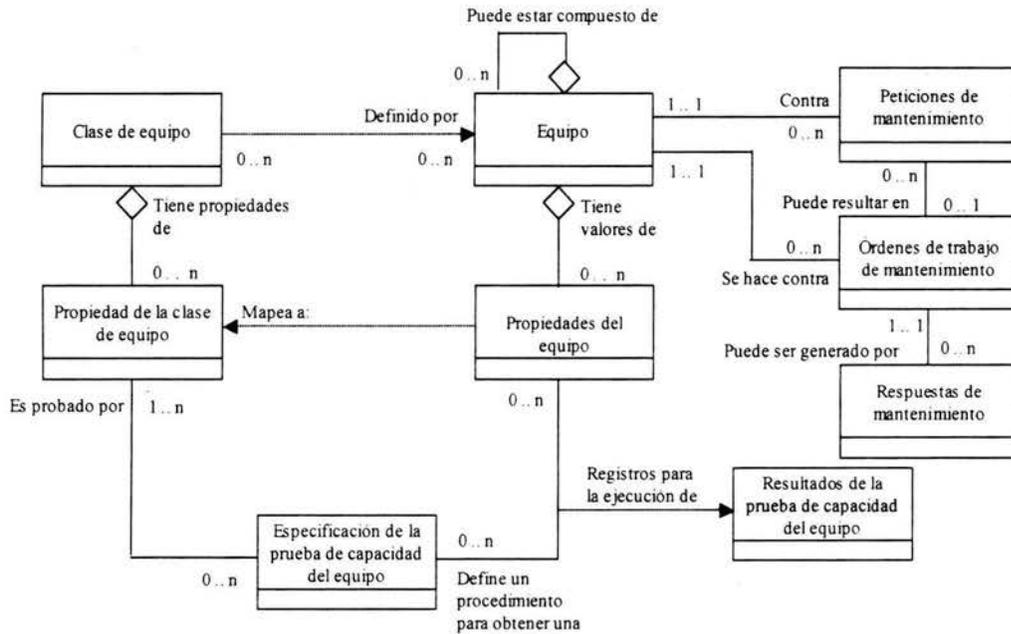


Figura A.4. Modelo del equipo.⁴

Los atributos para los objetos de clase de equipo son una identificación y su descripción. Los atributos de propiedad para cada clase de equipo son: identificación de la clase de equipo, descripción, valor o rango de valores y sus unidades.

Los atributos para los objetos de equipo son una identificación y su descripción. Los atributos de propiedad para cada equipo son: identificación del equipo, descripción, valor o rango de valores y sus unidades.

Los atributos para los objetos de especificación de prueba de la capacidad de equipo son: nombre de la prueba para certificación, descripción y versión.

Los atributos de resultados de la prueba de capacidad de equipo son: identificación de los registros de resultados, descripción, fecha y hora de la prueba de capacidad, resultados, unidades de medición de los resultados y fecha de expiración de la capacidad.

Los atributos de los objetos de petición de mantenimiento son: identificación, descripción del problema, fecha esperada para reparación, prioridad, solicitante, estado de la solicitud, identificación del responsable del seguimiento de la solicitud, fecha y hora en se ha turnado la solicitud y fecha y hora en que la solicitud fue generada.

Los atributos de los objetos de orden de trabajo para mantenimiento son: identificación de la orden, fechas planeadas para la atención y término de la orden de trabajo, persona responsable, lista de recursos para realizar el trabajo y el estado de la orden de trabajo.

Modelo del material.

Este modelo define los atributos y propiedades de los aspectos indicados en la figura A.5.

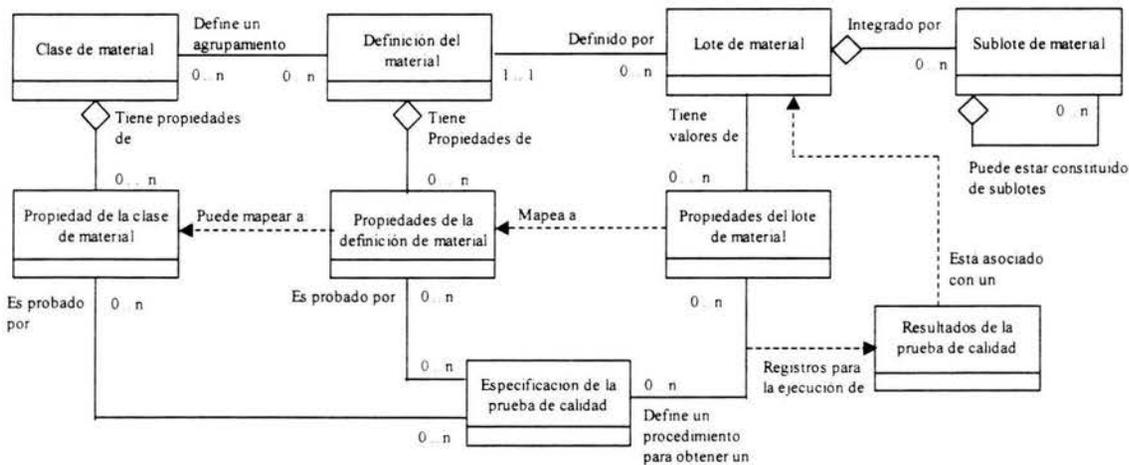


Figura A.5. Modelo del material. ⁵

Los atributos para los objetos de clase de material son una identificación y su descripción. Los atributos de propiedad para cada clase de material son: identificación de la clase de material, descripción, valor o rango de valores y sus unidades.

Los atributos para los objetos de definición de material son una identificación y su descripción. Los atributos de propiedad para cada definición de material son: identificación del material, descripción, valor o rango de valores y sus unidades.

Los atributos de los objetos de lote de material son: identificación del lote de material, descripción y estado (por ejemplo revisado, aprobado, en proceso, etc.). Los atributos de la propiedad de los objetos de lote de material son: identificación de la propiedad del lote, descripción, valor o rango de valores y sus unidades.

Los atributos del sublote de material son: identificación del sublote específico, descripción, estado del sublote de material, lugar de almacenamiento, cantidad y unidad de medida.

Los atributos para los objetos de especificación de una prueba de calidad son: nombre de la prueba, descripción y versión.

Los atributos de los objetos de resultado de una prueba de calidad son: identificación, descripción, fecha de la prueba, resultados, unidad de medida de los resultados y fecha de expiración de los resultados de la prueba.

Modelo del segmento de proceso.

Un segmento de proceso está relacionado con un segmento de producto. La figura A.6 muestra los atributos y propiedades de los objetos relacionados con el modelo de los segmentos de proceso.

Los atributos del segmento de proceso son: identificación del segmento de proceso, descripción, localización, tipo de elemento asociado con el modelo jerárquico, fecha en que el segmento de proceso fue generado, la duración del segmento de proceso y las unidades de la duración.

Los atributos de la especificación de los objetos del personal del segmento son: clase del personal, identificación de la persona o grupo de personas asociadas con el segmento de proceso, descripción, cantidad de recursos de personal requerido y la unidad de medida de la duración. Los atributos de las propiedades de los objetos de especificación del personal del segmento son: nombre de la propiedad, descripción, valor de la propiedad, unidad de medida, cantidad del recurso del personal requerido y sus unidades.

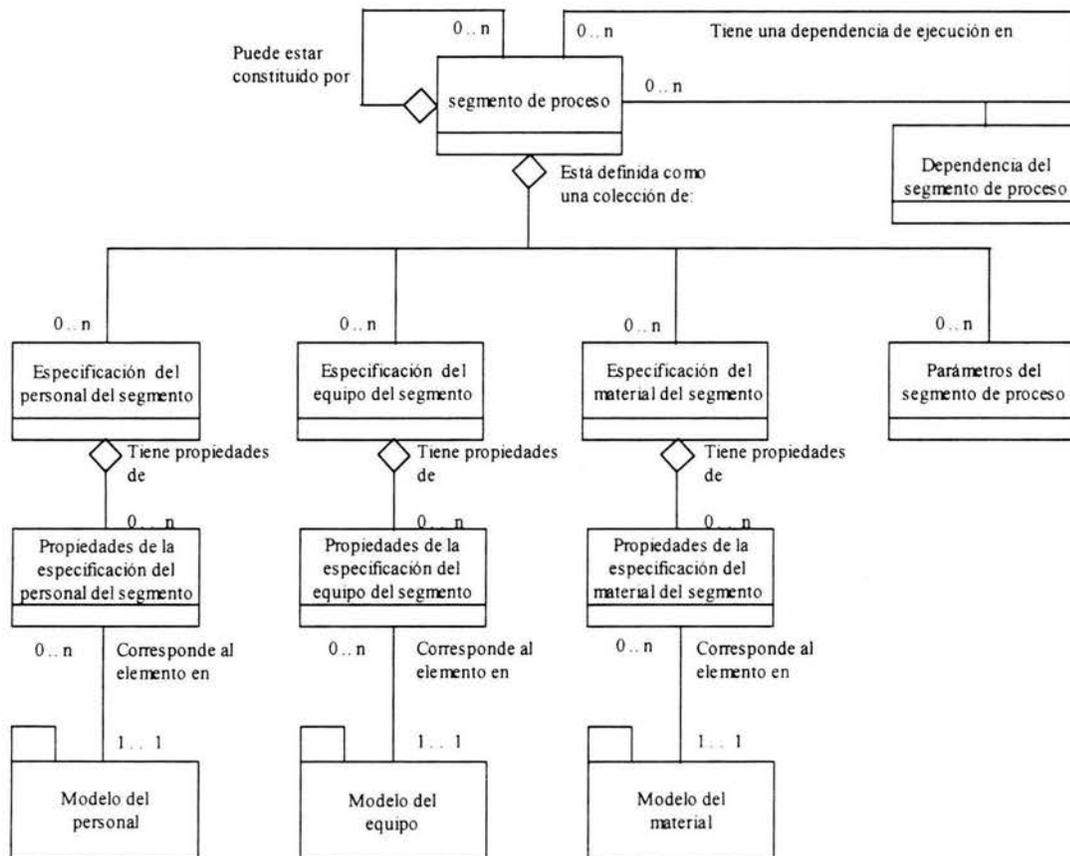


Figura A.6 Modelo del segmento de proceso. ⁶

Los atributos de los objetos de especificación del equipo del segmento son: clase del equipo, identificación del equipo, descripción, cantidad de recursos de equipo requerido y sus unidades. Los atributos de propiedad del objeto de especificación del equipo del segmento son: nombre de la propiedad, descripción, valor, unidad de medida del valor, cantidad de recursos de la propiedad especificada y sus unidades.

Los atributos de los objetos de especificación del material del segmento son: clase de material, definición del material, descripción, uso del material (producido, consumido o consumible), cantidad de recursos requeridos y sus unidades. Los atributos de propiedad de los objetos de especificación del material del segmento son: nombre de la propiedad, descripción, valor, unidad de medida del valor, cantidad de recursos requeridos y sus unidades.

Los atributos de los objetos de parámetros del segmento de proceso son: nombre del parámetro del segmento de proceso, descripción, valor y unidad de medida.

Las dependencias del segmento de proceso pueden ser usadas para describir dependencias de procesos que son independientes de cualquier producto particular. Sus atributos son: descripción de la definición de la dependencia del segmento, el tipo de dependencia que restringe a un segmento de otro, el factor de tiempo usado por la dependencia y la unidad de medida del factor de tiempo.

Modelo de la definición del producto.

La figura A.7 muestra el diagrama del modelo de la definición del producto.

Los atributos del objeto de reglas de producción del producto son: identificación del producto, versión de la regla, descripción, fecha y hora de publicación de la capacidad de la producción fue generada y la unidad de medida de la duración.

Los atributos de la lista de manufactura son: identificación de la lista de manufactura, descripción, clase de material requerido para producción, definición del material requerido para producción, cantidad del material y su unidad de medida.

Los atributos de los objetos de un segmento de producto son: identificación del segmento de producto, descripción, duración del segmento del producto y segmento de proceso asociado.

Los atributos de los parámetros de producto son: nombre del parámetro, descripción, valor y unidad de medida.

Los atributos de la especificación del personal son: clase del personal asociado con el segmento de producto, identificación de la persona, descripción, cantidad de recursos del personal requerido y sus unidades. Los atributos de propiedad del objeto de especificación del personal son: nombre de la propiedad, descripción, valor de la propiedad, unidad de medida del valor, cantidad de recursos requeridos y su unidad de medida.

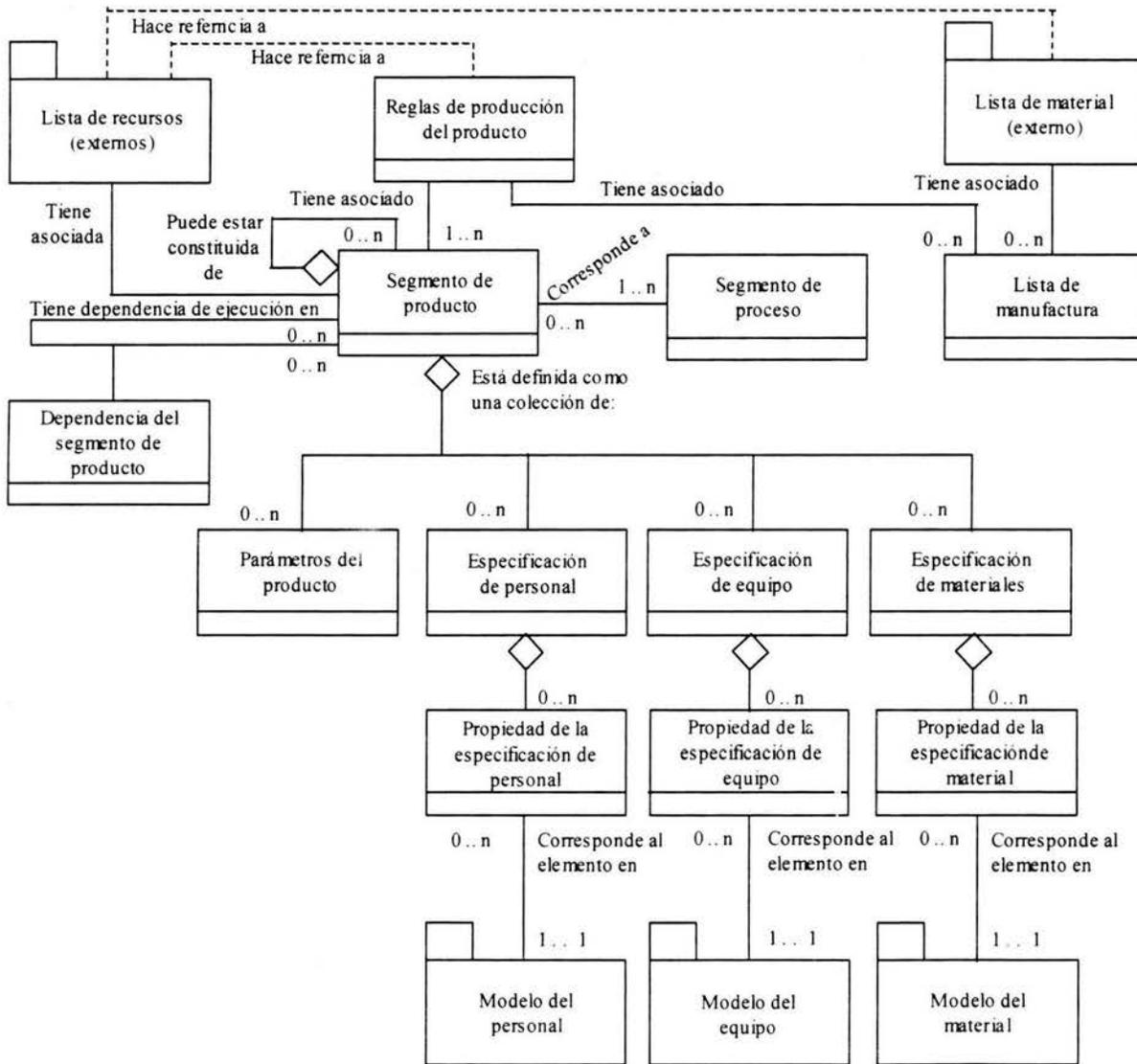


Figura A.7. Modelo de la definición del producto. 7

Los atributos de objetos de especificación del equipo son: clase de equipo, equipo asociado con el segmento de producto, descripción, cantidad del recurso requerido y su unidad de medida. Los atributos de propiedad de los objetos de especificación de equipo son: nombre de la propiedad, descripción, valor, unidad de medida del valor, cantidad y unidades de medición.

Los atributos de especificación del material son: clase de material, definición del material asociado con el segmento de producto, descripción, uso del material (consumido, producido o consumible),

cantidad del material y su unidad de medida. Los atributos del objeto de especificación del material son: nombre de la propiedad, descripción, valor y sus unidades, cantidad y unidad de medida.

Los atributos de dependencia del segmento de producto son: descripción, tipo de dependencia, factor de tiempo y unidades de medida del factor de tiempo.

Modelo de programación de la producción.

El modelo de programación de la producción se muestra en la figura A.8.

Los atributos del programa de producción son: identificación del programa, descripción, tiempos de inicio y término de la producción, fecha y hora de generación del programa de producción, localización del elemento y tipo de elemento de acuerdo con el modelo de jerarquía.

Los atributos de los objetos de solicitud de producción son: identificación, descripción, regla de producción asociada, inicio y término de la producción y prioridad de la solicitud.

Los atributos del requerimiento del segmento son: identificación, segmento, descripción, hora de inicio esperada más cercana del requerimiento del segmento, hora de término más lejana del requerimiento, duración esperada del requerimiento del segmento y la unidad de medida de la duración.

Los atributos del parámetro de producción son: nombre del parámetro, descripción, valor y sus unidades de ingeniería.

Los atributos de objetos de requerimiento de personal son: clase de personal, persona o grupo de personas asociadas al requerimiento, descripción, cantidad de recursos del personal y unidad de medida de la cantidad. Las propiedades del requerimiento del personal son: nombre de la propiedad, descripción, valor de la propiedad, unidad de medida del valor, cantidad de recursos requeridos y su unidad de medida.

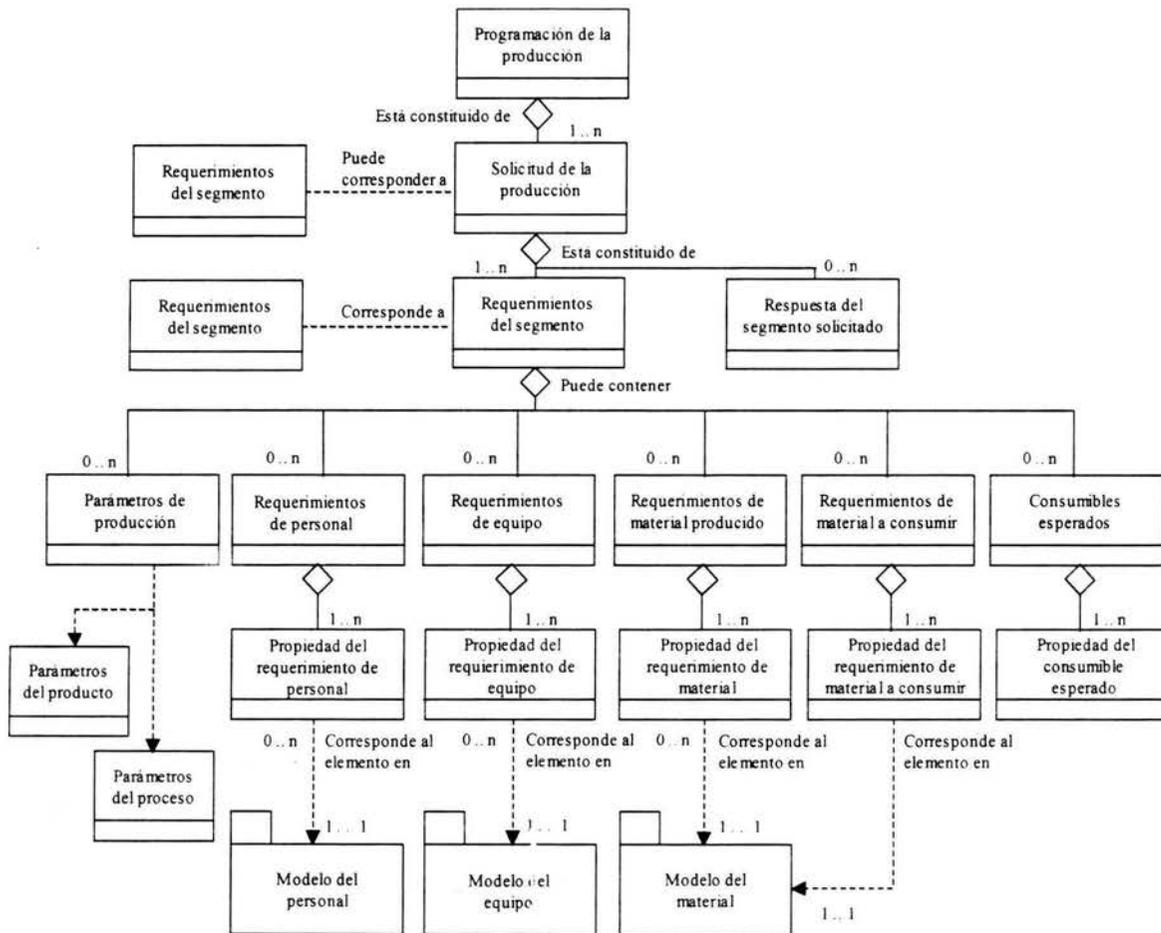


Figura A.8. Modelo de la programación de la producción. ⁸

Los atributos de los objetos de requerimientos de equipo son: clase de equipo, equipo asociado con el requerimiento, descripción, cantidad de equipo requerido y su unidad de medida. Los atributos de propiedad de los objetos de requerimiento de equipo son: Nombre de la propiedad, descripción, valor de la propiedad y sus unidades, cantidad y sus unidades.

Los atributos de los objetos de requerimiento de material a ser producido son: clase de material, definición del material a ser producido, lote de material, sublote de material, descripción, localización del material a ser producido, cantidad producida y sus unidades de medida. Los atributos de propiedad de los objetos de requerimiento de material a ser producido son: nombre de la propiedad, descripción, valor, unidad de medida del valor, cantidad producida y sus unidades de medida.

Los atributos de los objetos de requerimiento de material a ser consumido son: clase de material, definición del material, lote de material, sublote de material, descripción, localización del material a ser consumido, cantidad de recursos de material requeridos y sus unidades de medida. Los atributos de propiedad de los objetos de requerimiento del material a ser consumido son: nombre de la propiedad, descripción, valor y su unidad de medida, cantidad de recursos de material requeridos y su unidad de medida.

Los atributos de los consumibles esperados son: clase de material, definición del material requerido, localización del material a ser consumido, descripción, cantidad de recursos requeridos y su unidad de medida. Los atributos de propiedad de los consumibles esperados son: nombre de la propiedad, descripción, valor y su unidad de medida, cantidad requerida y su unidad de medida.

Modelo de desempeño de la producción.

La figura A.9 muestra el modelo de desempeño de la producción.

Los atributos de los objetos de desempeño de la producción son: identificación del desempeño de la producción, descripción, identificación del programa de producción, hora de inicio y término, fecha y hora cuando fue generado el reporte de desempeño de la producción, localización del elemento asociado con un equipo de acuerdo al modelo de jerarquía y tipo de elemento asociado con el modelo de jerarquía.

Los atributos de respuesta de la producción son: identificación, solicitud de producción, regla de producción empleada, tiempo de inicio y término de la respuesta de producción.

Los atributos de los objetos de respuesta del segmento son: identificación, segmento del proceso, descripción, tiempo de inicio real de la respuesta del segmento y tiempo final de la respuesta del segmento.

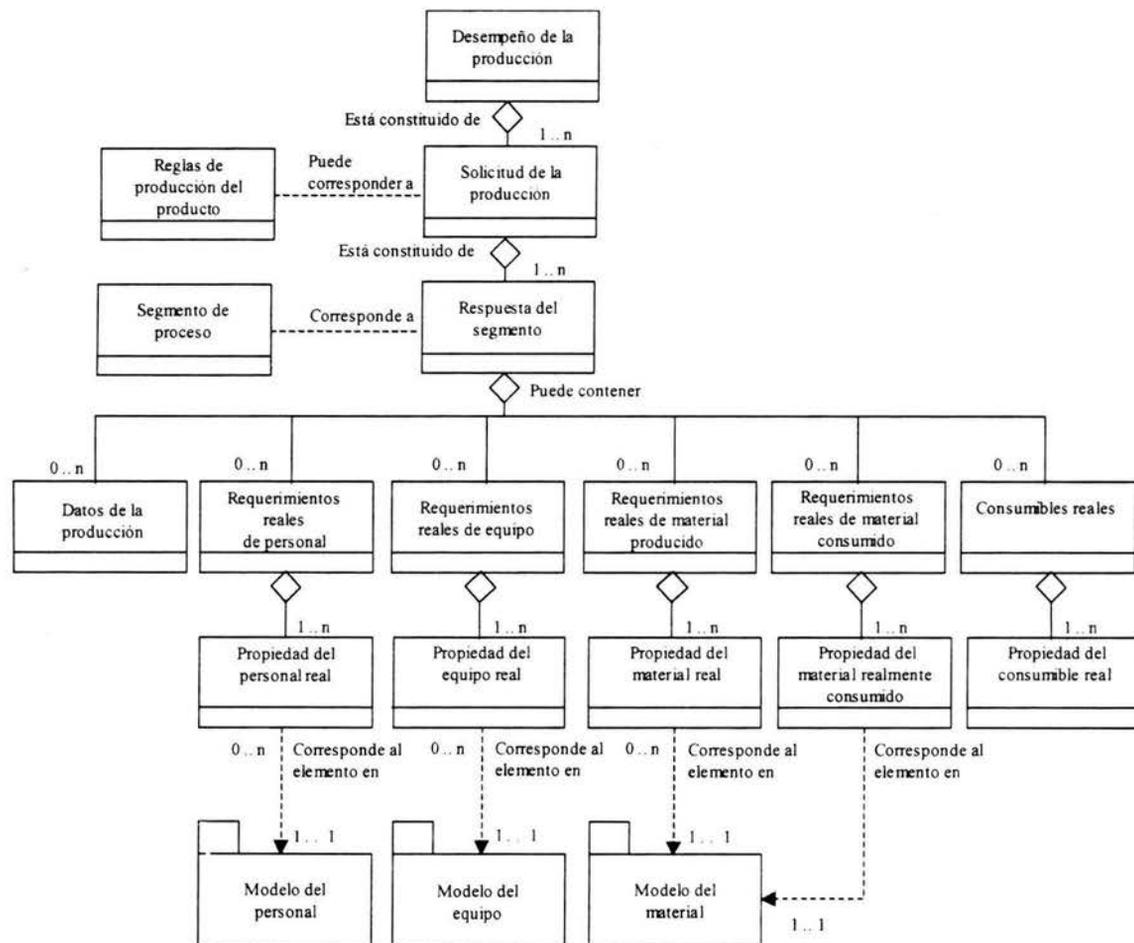


Figura A.9. Modelo del desempeño de la producción. ⁹

Los atributos de los datos de la producción son: nombre del dato de producción, descripción, valor y unidad de medida.

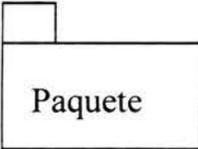
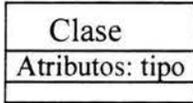
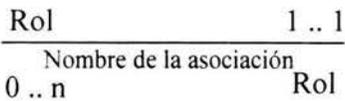
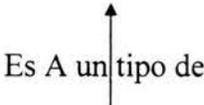
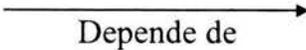
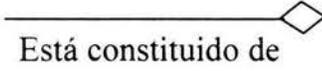
Los atributos de los objetos del personal, equipo, material producido, material consumido y consumibles reales, así como las propiedades de los atributos de los objetos correspondientes son los mismos que para el modelo de la programación de la producción.

NOTAS

1. ANSI/ISA-S95.00.01. "Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology". Instrumentation, Systems, and Automation Society. USA, 2000. P. 52.
2. Ídem. P. 54.
3. Ídem P. 55.
4. Ídem. P. 57.
5. Ídem. P. 60.
6. Ídem. P. 63.
7. Ídem. P. 65.
8. Ídem. P. 68.
9. Ídem. P. 73.

Anexo B

NOTACIÓN DEL LENGUAJE UNIFICADO PARA EL MODELADO (UML)

Símbolo	Definición
 <p>Paquete</p>	Un paquete es empleado para especificar un modelo externo, tal como un modelo de reglas de producción o una referencia a otra parte del modelo.
	Define una clase de objetos con los mismos tipos de atributos. Cada objeto debe ser identificado o numerado en forma única. No se listan operaciones o métodos para las clases. Los atributos con el símbolo "-" antes de su nombre indica atributos que son generalmente opcionales para cualquier uso de la clase.
	Representa una asociación entre elementos de una clase y elementos de otra o la misma clase. Cada asociación está definida y puede tener el número esperado o el rango de miembros de la subclase, cuando "n" indica un número indeterminado. Por ejemplo 0..n significa que pueden existir cero o más miembros de la subclase.
	Es una generalización que muestra que un elemento de la clase es un tipo especializado de la clase superior.
	Muestra que un elemento de la clase depende de un elemento de otra clase.
	Muestra que un elemento de la clase está constituido de elementos de otras clases.

Anexo C

GUÍAS DE ENTREVISTA PARA DETECCIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y PARA LA VALIDACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL SIIP

La siguiente guía tiene por objetivo obtener respuestas inteligentes de los expertos en las diferentes áreas de PEMEX y que sirvan de realimentación para establecer las características necesarias que deberán normarse en los sistemas para el manejo de la información de proceso.

1. ¿Cuál es el concepto que usted tiene de un Sistema Integral de Información de Proceso?
2. ¿Qué tipo de información relativa a los procesos de PEMEX desearía usted poder consultar desde su computadora?
3. ¿Cuáles son los problemas relativos al manejo de información de proceso a los que se enfrenta con mayor frecuencia?
4. ¿Qué mecanismos propone usted para resolver estos problemas?
5. ¿Qué problemas se resuelven con la información actual y qué limitantes en la información se tienen para poder resolverlos?
6. ¿Cuál es la calidad de la información de proceso que usted tiene acceso y qué propuesta tiene para mejorarla?
7. ¿Cómo organizaría la información para que estuviera disponible de acuerdo a las necesidades de las diferentes áreas de PEMEX?
8. ¿Qué tan segura y qué tan disponible cree que debiera estar la información para los diferentes usuarios, relativa a los procesos de PEMEX?
9. ¿Cuáles son las áreas de información que usted cree que deberán estar involucradas dentro de un sistema de manejo de información de proceso en PEMEX?

El siguiente cuestionario se empleó para la evaluación del planteamiento del SIIP:

1. ¿El sistema de Información de Proceso para el activo Pol-Chuc es una herramienta útil en el manejo de la información para el desempeño de sus actividades?
2. ¿La estructura del portal le parece adecuada y fácil de manejar? ¿Por qué?
3. ¿Que opina con respecto a la propuesta de aplicación de la norma ANSI/ISA-95 para estructurar la información contenida en el SIIP?
4. ¿Le parece adecuado el manejo de información de acceso general e información de acceso restringido en cada superintendencia? ¿Por qué?
5. ¿Qué ventajas tiene para usted el foro de consulta para el personal del Activo?
6. ¿Qué información adicionalaría al portal del SIIP para mejorar el desempeño de sus actividades?

Anexo D

SÍNTESIS DE TEORÍA BÁSICA DE LOS OBJETOS

Desde el punto de vista informático un objeto es una estructura que se define para representar conceptos, abstracciones o cosas del mundo real, para su uso en los sistemas computacionales. La frase instancia de un objeto se emplea para aludir a un objeto específico. Los objetos se pueden clasificar en grupos de cosas similares, por lo cual cada grupo tiene designado una clase de objetos.

Cada objeto es único, es decir que tiene una identidad diferente a la de los demás, con la cual puede distinguirse. Por ejemplo en un lote de producción se pueden tener dos piezas con valores de sus atributos exactamente iguales, sin embargo cada una de ellas es identificada por un número de serie diferente.

Cada clase de objetos agrupa objetos con la misma estructura de datos (atributos) y comportamiento (operaciones). Para el manejo de la información del control de los procesos y de la administración del negocio de PEP, con base en los modelos de los objetos de material, personal y equipo descritos en ANSI/ISA-95, se tuvo que clasificar los objetos. Por ejemplo, en el caso de objetos de equipo, se propusieron clases tales como compresores, separadores, bombas, etc. Los objetos reconocen su pertenencia a cierta clase.

Un atributo es un valor de un dato que está almacenado en los objetos de una clase. Por ejemplo, Nombre, RFC, edad, nivel, sueldo, cargo, ubicación y antigüedad, son atributos de los objetos de Personal.

Una operación es una acción que se lleva a cabo o que se aplica a o por un objeto de una clase. Por ejemplo abrir, cerrar, ocultar y mostrar son operaciones de la clase ventana. Todos los objetos de una clase comparten las mismas operaciones. Las operaciones están implementadas por medio de segmentos de código llamados métodos.

Las instancias de objetos pueden ser conectadas física o conceptualmente con otras instancias de objetos por medio de enlaces

Para reducir la repetición del diseño, se comparten los atributos y operaciones entre clases tomando como base una relación jerárquica; esta característica se denomina herencia. Las subclases podrán de esta forma adquirir las propiedades de la clase principal, denominada superclase. Por ejemplo, la subclase de separadores horizontales heredará las propiedades de la superclase separadores.

Una misma operación definida puede comportarse de maneras diferentes en distintas clases de objetos, por lo cual existe una característica de los objetos, denominada polimorfismo, que permite decidir cuál es el comportamiento adecuado, para la clase a la cual pertenece este objeto.

Anexo E

CLASES DE OBJETOS Y SUS ATRIBUTOS PROPUESTOS PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE MATERIAL, EQUIPO Y PERSONAL EN PEP

La figura E.1 muestra el diagrama de relaciones para los objetos de equipo. Las tablas E.1. a E.4 muestran las clases de objetos propuestos para la información de equipo, de acuerdo a ANSI/ISA-95. Las clases de objetos de equipo son separador, compresor, bomba, línea de transporte, tanque, endulzadora de gas, deshidratador de aceite, deshidratador de gas, generador de electricidad, sistema de desfogue, estrangulador, pozo, válvula, turbina, centrifugadora, drenaje, cabezal enfriador, intercambiador de calor, paquete de medición, secadora de aire, quemador, paquete dosificador, recuperador de vapor, trampa de diablo, filtro y quemador de fuego directo. Cabe aclarar que cuando se refiere a la propiedad de composición en estos objetos, puede contener el siguiente desglose de componentes: nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, metano, etano, propano, iso-butano, butano normal, iso-pentano, pentano normal, hexanos, heptanos, octanos, nonanos, decanos, undecanos, dodecanos, tridecanos, tetradecanos, pentadecanos, hexadecanos, heptadecanos, octadecanos, nonadecanos, icosanos y más pesados.

La figura E2 muestra el diagrama de relaciones para el personal. Las clases de objetos de personal están de acuerdo a las categorías establecidas en los contratos de PEP, tal como Superintendente, Ingeniero de Operación, Ingeniero de Mantenimiento, Operador, Secretaria, ATP, etcétera, los cuales están íntimamente ligados a sus habilidades y actividades.

La figura E3 muestra el diagrama de relaciones para material. Las clases de objetos de material son múltiples, de entre las cuales se pueden mencionar los antiespumantes, lubricantes, agentes endulzantes, lodos de perforación, gas combustible, agua, secuestrantes de oxígeno, gas combustible, gas para B. N., diesel, cable, tubería y repuestos. En el caso de los repuestos se tiene una clasificación adicional relacionada con los objetos de equipo.

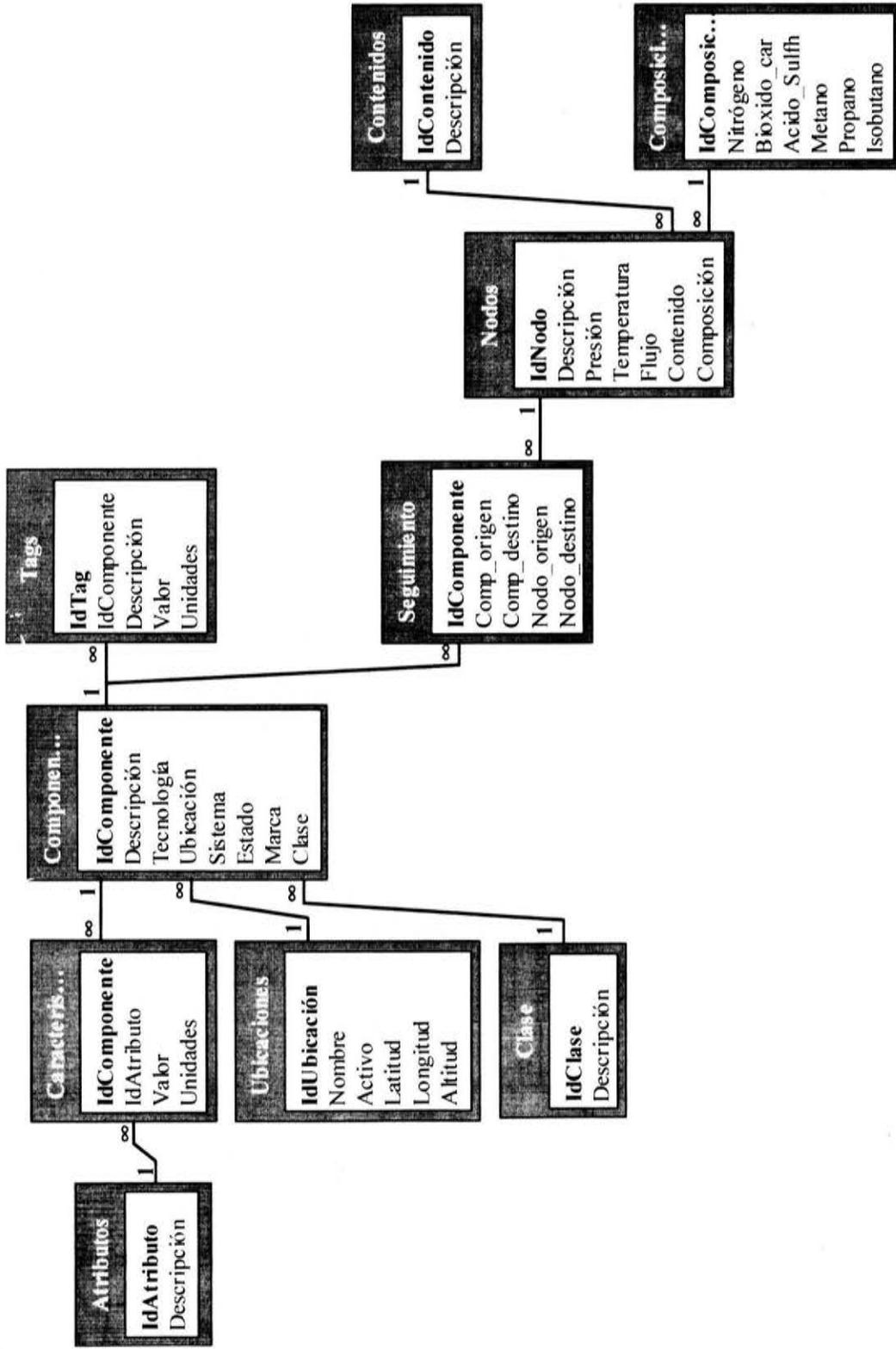


Figura E.1. Diagrama de relaciones para los objetos de equipo.

Tabla E.1. Propiedades de objetos separador, compresor, bomba, línea de transporte, tanque, endulzadora de gas y deshidratador de gas y deshidratador de aceite

Separador	Compresor	Bomba	Línea de transporte	Tanque	Endulzadora de gas	Deshidratador de aceite
Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Gas Agua Aceite Estado operativo Espesor Medido Fecha Dimensiones Largo Alto Volumen Capacidad Presión Diseño Succión Descarga Aceite lubricante Gases de escape Flujo Entrada Salida Temperatura Normal Operación Salida Presión Diseño Normal Operación Diferencial en el filtro Nivel Operativo Máximo Normal Mínimo Flujo Entrada (mezcla) Salida Aceite densidad viscosidad % agua factor encogimiento	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Estado operativo Potencia RPM Dimensiones Largo Alto Capacidad Presión Diseño Succión Descarga Aceite lubricante Gases de escape Flujo Entrada Salida Temperatura Diseño Entrada Salida Aceite lubricante Gases de escape	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Estado operativo Potencia RPM Dimensiones Largo Alto Capacidad Presión Diseño Succión Diferencial Cono de brujas Filtro de aire Aceite lubricante Gases de escape Flujo Entrada Salida Temperatura Diseño Succión Descarga Aceite lubricante Gases de escape	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Estado operativo Espesor Medido Fecha Dimensiones Longitud Diámetro Capacidad Especificación Presión Diseño Entrada Salida Flujo Entrada Aceite Agua Gas Salida Aceite Agua Gas Temperatura Diseño Entrada Salida Composición Tipo H ₂ S CO ₂	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Estado operativo Espesor Medido Fecha Dimensiones Alto Diámetro Capacidad Presión Diseño Operativa Entrada Salida Nivel Temperatura Contenido Agua amarga Antiespumante Desemulsificante Inhibidor de corrosión	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Solvente Origen Destino Estado operativo Espesor Medido Fecha Configuración Dimensiones Largo Alto Capacidad Peso Diseño Operación Flujo Entrada Salida agua Salida gas Temperatura Diseño Operación Composición gas H ₂ S CO ₂	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Agua Aceite Estado operativo Espesor Medido Fecha Configuración Dimensiones Largo Alto Capacidad Agua Aceite Presión Diseño Operación Flujo Entrada Salida agua Salida aceite Temperatura Diseño Operación Viscosidad Densidad Agua Aceite Composición aceite

Tabla E.2. Propiedades de objetos de clase deshidratador de gas, generador de electricidad, sistema de desfogue, estrangulador, pozo, válvula y turbina.

Deshidratador de gas	Generador de electricidad	Sistema de desfogue	Estrangulador	Pozo	Válvula	Turbina
Identificación	Identificación	Identificación	Identificación	Identificación	Identificación	Identificación
Descripción	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción
Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Ubicación	Tecnología	Tecnología
Ubicación	Ubicación	Ubicación	Ubicación	Instalación	Ubicación	Ubicación
Instalación	Instalación	Instalación	Instalación	Estado operativo	Instalación	Instalación
Desecante	Marca	Marca	Estado operativo	Presión	Origen	Origen
Origen	Estado operativo	Estado operativo	Dimensiones	TP	Destino	Destino
Destino	Dimensiones	Dimensiones	Diámetro	TR	Dimensiones	Estado operativo
Agua	Largo	Largo	Capacidad	1a bajante	Largo	Configuración
Gas	Peso	Diámetro	Presión	2a bajante	Diámetro	Dimensiones
Estado operativo	Capacidad	Peso	Diseño	Temperatura	Capacidad	Largo
Espesor	Capacidad	Capacidad	Entrada	1a bajante	Estado operativo	Alto
Medio	Voltaje		Salida	2a bajante	Posición	Potencia
Fecha	Corriente		Flujo	Flujo	Presión	RPM
Configuración	Velocidad		Entrada	Inyección	Diseño	Presión
Dimensiones	Temperatura		Salida	Flujo	Entrada	Succión
Largo	Diseño		Temperatura	Presión	Salida	Descarga
Alto	Operación			Temperatura	Flujo	Diseño
Volumen				Sustancia	Temperatura	Diferencial
Capacidad					Diseño	Flujo
Agua					Entrada	Temperatura
Gas					Salida	Diseño
Presión					Contenido	Succión
Diseño						Descarga
Operación						Gas suministrado
Flujo						Flujo
Entrada						Presión
Salida agua						Humedad
Salida gas						Vibración
Temperatura						Lado flecha
Diseño						Lado cople
Operación						
Composición gas						

Tabla E.3. Propiedades de objetos de clase centrifugadora, drenaje, cabezal, enfriador, intercambiador de calor, paquete de medición y secadora de aire

Centrifugadora	Drenaje	Cabezal	Enfriador	Intercambiador de calor	Paquete de medición	Secadora de aire
Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Configuración Dimensiones Largo Alto Capacidad Potencia RPM Presión Succión Descarga Diseño Diferencial Flujo Temperatura Diseño Succión Descarga	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Dimensiones Largo Capacidad Presión Diseño Operativa Nivel Temperatura Diseño Operativa	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Dimensiones Diámetro Capacidad Presión Diseño Operativa Entrada Salida Temperatura Diseño Operativa Entrada Salida Flujo	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Agente enfriador Origen Flujo Temperatura Presión Destino Flujo Temperatura Presión Estado operativo Configuración Dimensiones Largo Diámetro Capacidad Presión Diseño Operativa Entrada Salida Flujo Temperatura Diseño Operativa Entrada Salida	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Configuración Dimensiones Presión Diseño Operación Diferencial filtro Flujo Temperatura Diseño Operativa Aceite densidad viscosidad % agua factor encogimiento Agua pH salinidad	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Configuración Dimensiones Largo Volumen Potencia RPM Presión De diseño Diferencial Filtro 1 Filtro 2 Flujo Temperatura Diseño Operativa	

Tabla E.4. Propiedades de objetos de clase quemador, paquete dosificador, recuperador de vapor, trampa de vapor, trampa de diablo, filtro y quemador de fuego directo

Quemador	Paquete dosificador	Recuperador de vapor	Trampa de diablo	Filtro	Quemador de fuego directo
Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Espesor Medido Fecha Configuración Dimensiones Largo Alto Diámetro Capacidad Combustible Presión Diseño Operación Flujo Temperatura Diseño Operación	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Sustancia Dimensiones Presión Diseño Operación Flujo Temperatura Diseño Operativa	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Estado operativo Dimensiones Presión Diseño Operación Temperatura Diseño Operativa	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Dimensiones Largo Diámetro Capacidad Estado operativo Presión Diseño Entrada Salida Flujo Temperatura Diseño Entrada Salida Contenido	Identificación Descripción Tecnología Ubicación Instalación Origen Destino Estado operativo Espesor Medido Fecha Dimensiones Longitud Diámetro Capacidad Especificación Presión Diseño Entrada Salida Flujo Entrada Salida Temperatura Diseño Entrada Interna Salida Combustible Flujo Temperatura Presión	

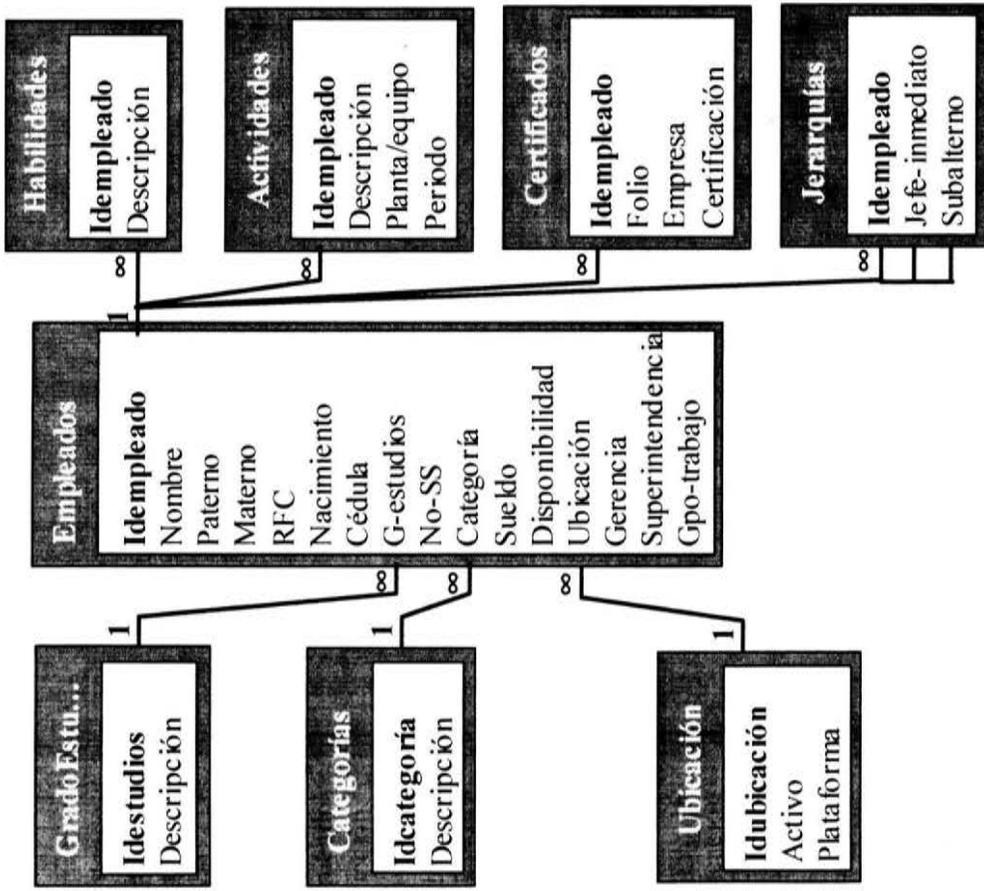


Figura E.2. Diagrama de relaciones para los objetos de personal.

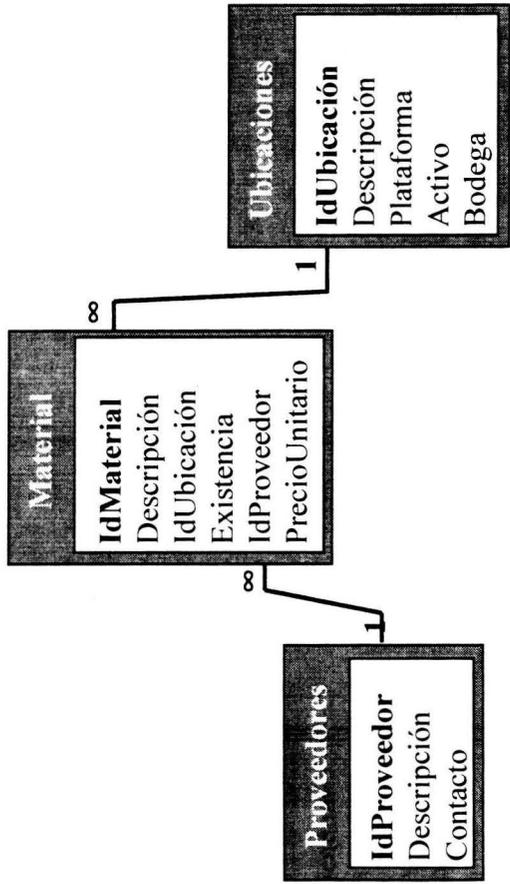


Figura E.3. Diagrama de relaciones para los objetos de material.

Anexo F

INFORMACIÓN DE PROCESOS Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL ACTIVO POL-CHUC

INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DEL ACTIVO POL-CHUC

COMPLEJO POL-A

- Plataforma de producción temporal
- Plataforma de enlace
- Plataforma de perforación
- Plataforma de compresión
- Plataforma habitacional
- Plataforma de Telecomunicaciones

PLATAFORMAS PERIFÉRICAS DE PERFORACIÓN

- POL-D
- POL-B
- BATAB-A
- BATAB-1
- CHUC-A
- CHUC-B
- CHUC-1
- POL-TF

COMPLEJO INYECCIÓN DE AGUA ABK-N1

- Plataforma de Tratamiento y Bombeo (PTB)
- Plataforma de Control y servicios (PCS)
- Plataforma Habitacional

PLATAFORMAS PERIFÉRICAS DE INYECCIÓN DE AGUA

- ABK-R
- ABK-Q
- ABK-S
- ABK-P
- ABK-N
- ABK-I

PROCESOS Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL ACTIVO POL-CHUC

COMPLEJO POL-A:

1. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN
CONTROL DEL MANIFOLD DE POZOS
2. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE ENLACE
CONTROL DE CORRIENTES DE FLUJO
3. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE PRODUCCIÓN TEMPORAL
SEPARACIÓN
RECTIFICACIÓN
DESHIDRATACIÓN
BOMBEO DEL CRUDO LIGERO
MEDICIÓN DE ACEITE Y GAS
TRATAMIENTO DE AGUA
4. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE COMPRESIÓN
COMPRESIÓN DE GAS
GENERACIÓN ELÉCTRICA
DESHIDRATACIÓN DE GAS
ENDULZAMIENTO DEL GAS
MEDICIÓN DE GAS
5. PROCESOS DE LAS PLATAFORMAS SATÉLITES
SEPARADOR DE PRUEBA
DEPURADOR DE GAS
CONTROL DEL MANIFOLD DE POZOS
6. SERVICIOS AUXILIARES
AIRE DE INSTRUMENTOS
RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE DIESEL
RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
SISTEMA DE DRENAJES
7. SEGURIDAD
DETECCIÓN DE GAS Y SUPRESIÓN DE FUEGO
PARO DE EMERGENCIA

COMPLEJO DE INYECCIÓN DE AGUA:

1. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO
SECCIÓN DE CAPTACIÓN
SECCIÓN DE FILTRACIÓN
SECCIÓN DE DESAEREACIÓN
SECCIÓN DE BOMBEO
TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2. PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE CONTROL Y SERVICIOS
 - POTABILIZACIÓN DE AGUA
 - PLANTA DE ÁCIDO SULFUROSO
 - GENERACIÓN ELÉCTRICA
 - ENDULZAMIENTO DEL GAS
 - TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS
 - TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
3. PROCESOS DE LAS PLATAFORMAS SATÉLITES (ABK-N, ABK-S, ABK-Q Y ABK-P)
 - CONTROL DEL MANIFOLD DE POZOS
4. SERVICIOS AUXILIARES
 - AIRE DE INSTRUMENTOS
 - RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE DIESEL
 - RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
 - SISTEMA DE DRENAJES
5. SEGURIDAD
 - DETECCIÓN DE GAS Y SUPRESIÓN DE FUEGO
 - PARO DE EMERGENCIA

**INFORMACIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL COMPLEJO DE
PRODUCCIÓN POL-A**

PRODUCCIÓN (PROGRAMADA, REAL Y PROMEDIO POR CAMPO)

- INTEGRADA
- INSTANTÁNEA
- TOTAL
- PROMEDIO DE H₂S
- PROMEDIO DE AGUA
- GAS RECIBIDO DE ABK-D
- GAS ENVIADO
- PRODUCCIÓN DE ACEITE
- GAS 1a. Y 2a. ETAPA
 - GAS ENVIADO A COMPRESIÓN
 - GAS ENVIADO A LA ATMÓSFERA
- TOTAL DE GAS DE LA BATERÍA DE SEPARACIÓN/RECTIFICACIÓN
- TOTAL DE GAS A LA ATMÓSFERA
- TOTAL DE GAS A COMPRESIÓN
- GAS DEL REMOTO
- RGA EN LA BATERÍA

BALANCE DE GAS

- GAS DE FORMACIÓN BRUTO
- GAS RECIBIDO DE AKAL-J
- ENVIO A ABK-D
- GAS DE FORMACIÓN NETO
- GAS ENVIADO A CUNDUACÁN

GAS A MANEJAR
GAS MANEJADO
GAS ENDULZADO
GAS DE PILOTOS
GAS QUEMADO
IMPUREZAS
CONDENSADOS
GAS ENVIADO A ATASTA
GAS TOTAL A PLANTAS
BALANCE
GAS RECIBIDO DE OTRAS REGIONES
DESGLOSE DE GAS QUEMADO
 MANTENIMIENTO CORRECTIVO
 MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 RECHAZO DE ATASTA
 FALTA DE EQUIPO
 MOVIMIENTO OPERATIVO
 TOTAL

PRESIONES Y TEMPERATURAS DE OPERACIÓN

SEPARADOR 1a. ETAPA
SEPARADOR 2a. ETAPA
RECTIFICADOR 1a. ETAPA
RECTIFICADOR 2a. ETAPA

DESCARGA A LAS BOMBAS (1 A LA 5)

PRESIÓN
PRESIÓN DIFERENCIAL

TURBINAS (1 A LA 5)

VELOCIDAD DEL COMPRESOR
VELOCIDAD DE LA TURBINA
TEMPERATURA
ESTADO OPERACIONAL

ESTADO DE LOS POZOS POR CAMPO (PRODUCCIÓN Y DE INYECCIÓN)

CANTIDAD FLUYENDO
CANTIDAD CERRADOS
EN INTERVENCIÓN
EN ESTUDIO
TESTIGOS
CANTIDAD ABATIDOS

ESTADO DE LOS COMPRESORES (1 A 3)

ESTADO DE LOS MOTOGENERADORES (A Y B)

ESTADO DE LOS TURBOGENERADORES (TG-1 Y TG-2)

MÓDULOS DE GAS (COMPRESIÓN 1 AL 4)

PRESIÓN DE SUCCIÓN
TEMPERATURA
% CARGA

PRESIÓN DE DESCARGA
PRESENCIA DE CONDENSADOS

DE ALTA A GASODUCTO
DE BAJA A BATERÍA

ESTADO DE MOTOBOMBAS CONTRA INCENDIO (1 Y 2)

PREFORACIÓN
PRODUCCIÓN TEMPORAL
COMPRESIÓN
HABITACIONAL

EXISTENCIAS DE INSUMOS

AGUA (TONS)
DIESEL (LTS)
TB-11 (LTS)
MH-300 (LTS)
NAL. COMP. (LTS)
TRANS-140 (LTS)
MH-150 (LTS)
SS-25 (LTS)

PERSONAL (CANTIDAD POR PLATAFORMA Y ASIGNADOS A LOS PLANES DE CONTINGENCIA DE FASE 1, 2 Y 3)

PEMEX
SERVICIO
CONTRATISTAS Y PROVEEDORES
CANTIDAD DE COMPAÑÍAS CONTRATISTAS

INFORMACIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL COMPLEJO DE INYECCIÓN DE AGUA

MANEJO DE GAS

VOLUMEN TOTAL DEL DÍA
PROMEDIO MENSUAL
VOLUMEN TOTAL DEL MES
ENVIADO A ABKATUN-A

AGUA DE INYECCIÓN

VOLUMEN DE AGUA INYECTADA EN EL DÍA
VOLUMEN PROGRAMADO DIARIO A INYECTAR
PROMEDIO MENSUAL DE AGUA DE INYECCIÓN
VOLUMEN DE AGUA INYECTADA EN EL MES
VOLUMEN ACUMULADO TOTAL DE AGUA DE INYECCIÓN
PRODUCCIÓN A PLATAFORMAS SATÉLITES
VOLUMEN (BLS/DÍA)
POZOS INYECTANDO
POZOS FLUYENDO/OPERACIÓN
PRESIÓN DE SUCCIÓN

PRESIÓN DE DESCARGA
PRESIÓN DE SALIDA
CALIDAD DEL AGUA INYECTADA (CAPTACIÓN, SALIDA PTB Y PLATAFORMAS SATÉLITES)
PH
O₂
VELOCIDAD DE CORROSIÓN
PEND. MILLIP
BACTERIAS
ÍNDICE DE ESTABILIDAD

MANEJO DE GAS (PLANTAS V6-C, V6-I Y V6-J)

GAS AMRGO
GAS DULCE

DISTRIBUCIÓN DE GAS

GAS AMARGO
CONDENSADOS DE INYECCIÓN DE AGUA
CONDENSADOS DE ABK-A
QUEMADO
GAS DE ABK-A

PRESIÓN DE GAS AMARGO DE LA LLEGADA DE ABK-A

PRESIÓN DE GAS DULCE EN LA SALIDA HACIA ABK-A

PRESIÓN DE LA SALIDA DE CONDENSADOS HACIA ABK-A

ESTADO DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO (CANTIDAD TOTAL, OPERANDO, DISPONIBLE, EN MANTENIMIENTO O REPARACIÓN)

CAPTACIÓN
HIPOCLORADOR
FILTROS
TORRES DESAERADORAS
BOMBAS REFORZADORAS
TURBOBOMBAS
GRÚAS
TURBOGENERADOR
GENERADOR AUXILIAR
PLANTA DE ÁCIDO SULFUROSO
PLANTAS ENDULZADORAS DE GAS
PLANTA POTABILIZADORA
COMPRESORES
BOMBAS CONTRAINCENDIO

CONSUMO DE GAS COMBUSTIBLE

TURBOGENERADORES
TURBOBOMBAS
REHERVIDORES DE ENDULZADORAS

DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

INHIBIDOR DE CORROSIÓN
POLÍMERO
INHIBIDOR DE INCRUSTACIÓN

SECUESTRANTE DE OXÍGENO

EXISTENCIAS DE INSUMOS

SECUESTRANTE DE OXÍGENO

INHIBIDOR DE INCRUSTACIÓN

POLÍMERO

INHIBIDOR DE CORROSIÓN

AGENTE ENDULZANTE

AGUA DULCE

DIESEL

PERSONAL (CANTIDAD POR PLATAFORMA Y ASIGNADOS A LOS PLANES DE CONTINGENCIA DE FASE 1, 2 Y 3)

PEMEX

SERVICIO

CONTRATISTAS Y PROVEEDORES

CANTIDAD DE COMPAÑÍAS CONTRATISTAS