



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA



---

TESIS

METODOLOGÍA DE SUPERVISIÓN DE DOCUMENTOS  
PARA INGENIERÍA DE PROYECTOS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA

GUZMÁN MIRANDA ROSA MARÍA

ASESOR: M. EN I. CRESENCIANO ECHAVARRIETA ALBITER

MEXICO, D.F. 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. EN M. GENARO ALTAMIRANO GARCÍA

VOCAL: M. EN I. CRESENCIANO ECHEVARRIETA ALBITER

SECRETARIO: M. EN. C. ANA LILIA MALDONADO ARELLANO

SUPLENTE: M. EN I. MARÍA ESTELA DE LA TORRE GÓMEZ TAGLE

SUPLENTE: I.Q. JUAN ÁNGEL LUGO MALDONADO

ASESOR DEL TEMA: M. EN I. CRESENCIANO ECHEVARRIETA ALBITER

## AGRADECIMIENTOS

*El presente trabajo es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.*

Agradezco

A Dios y a mis padres:

*Rosa María Miranda Álvarez*

Y

*Ángel Guzmán Uvalle*

*A dios por darme fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar y a mis padres por ayudarme con mi hijo mientras yo realizaba investigaciones y por estar a mi lado en cada momento de mi vida, por haber hecho posible parte de mis sueños y por su apoyo incondicional.*

Agradezco a mi hijo *Jaime Pamatz Guzmán*

*Por el cambio de vida, mentalidad, valentía, fuerza física y de pensamiento que me brindo durante y al término de mi carrera e inicios de mi vida profesional.*

Agradezco a todos mis profesores que formaron parte de mi formación académica y personal y al cual aprecio.

Nombrando algunos

*Ing. Hilda Olvera del Valle.*

*Ing. Eloísa Anleu Ávila.*

*Ing. María del Carmen Niño de Rivera Oyarzabal.*

*Ing. María Alejandra Valentán Gonzáles.*

*M. en C. Ana Lilia Maldonado Arrellano.*

*Dr. Fausto Calderas García.*

*Dr. Roberto Mendoza Serna.*

*Ing. Everardo Antonio Feria Hernández.*

*Dr. Alejandro Rogel Ramírez.*

*Ing. Alejandro Juvenal Guzmán Gómez.*

*Ing. José Bermúdez Mosqueda.*

*Ing. Delfino Galicia Ramírez.*

*M. en M. Genaro Altamirano García.*

*Ing. Domíngua Ortiz Bautista.*

*Agradezco a mi profesor de Administración de Proyectos y Asesor de Tesis M. en I. Cresenciano  
Echavarrieta Albiter*

*Agradezco a mis Jefes de Petróleos Mexicanos*

*Ing. Rosío Pérez Álvarez.*

*Por la oportunidad de ser parte de sus enseñanzas tanto personal como profesional, agradezco haberla conocido por que me impulso a superar y afrontar barreras que como mujeres a veces se presentan en el campo laboral. Gracias por encaminarme en mis inicios de mi carrera profesional como ingeniería química.*

*Ing. Erwin Adolfo Fritz de la Orta.*

*Por encaminarme en mi formación profesional, por sus enseñanzas, por su paciencia brindada constantemente, por compartir sus experiencias profesionales en el campo de la ingeniería química, por impulsarme e inspirarme a que nunca se tiene que dejar de estudiar y sobre todo por brindarme su amistad, le admiro su persona y profesionalismo.*

*Al Ing. Martín Carreón.*

*Sin duda aportó en ayudarme a superar dificultades presentadas en este trabajo por compartirme e instruirme con sus experiencias y conocimiento en el área de seguridad industrial como también de la administración e ingeniería de proyectos, gracias por su paciencia, confianza y por encaminarme en mis inicios de mí carrea profesional y laboral.*

**¡GRACIAS!**

<b>ÍNDICE</b>		<b>PÁGINAS</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	2
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>SUPERVISIÓN</b>	3
1.1	Importancia de la Supervisión	3
1.2	Características de la Supervisión	5
1.3	Actividades del Supervisor	6
1.4	Perfil Psicológico del Supervisor	13
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>SUPERVISIÓN EN LA INGENIERÍA DE PROYECTOS</b>	17
2.1	Etapas de la Supervisión. Revisión - Verificación – Validación.	21
2.2	Responsables de la Supervisión.	24
2.3	Supervisión Técnica de Ingeniería	26
2.4	Documentación del Proyecto	32
2.5	Matrices de Precedencia que Relacionan los Documentos de Ingeniería.	34
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>METODOLOGÍA DE SUPERVISIÓN DE ALGUNOS DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA QUE INTEGRAN UN PROYECTO.</b>	50
3.1	Supervisión Técnica de las Bases de Diseño de proceso.	52
3.2	Supervisión Técnica de la Descripción de proceso	59

3.3	Supervisión Técnica de la Filosofía de operación.	63
3.4	Supervisión Técnica del Diagrama de Flujo de Procesos.	69
3.5	Supervisión Técnica del Balance de Materia y Energía.	76
3.6	Supervisión Técnica del Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso.	80
3.7	Supervisión Técnica del Diagrama de Diagrama de flujo de servicios auxiliares.	93
3.8	Supervisión Técnica de la Hoja de datos de procesos de bombas centrifugas.	100
3.9	Supervisión Técnica de la Hoja de datos de procesos de compresores.	109
3.10	Supervisión Técnica de la Lista de líneas de proceso y servicios.	113
3.11	Supervisión Técnica del Diagrama General de Localización de Equipo de Proceso.	116
	<b>CONCLUSIÓN</b>	120
	<b>GLOSARIO</b>	121
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	135

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la supervisión de documentos en ingeniería de proyectos es garantizar tiempo y costo planeado con la calidad comprometida, dando como resultado un proyecto bien planificado, diseñado y construido con responsabilidad, técnicas y controles. Una buena supervisión brinda que las actividades se realicen de manera amplia, completa, sistemática, consistente y homogénea para que el proyecto termine de manera exitosa. Si bien es cierto un proyecto contempla disciplinas de tipo administrativo y técnico además de que la supervisión de ingeniería puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto ya que se ha observado que los documentos que pueden retrasar un proyecto en su mayoría son documentos técnicos.

La supervisión se basa en la visualización, criterio común y del conocimiento de ingeniería de cada supervisor así como también de la habilidad nata y/o manejo de personal. Ya que el perfil del supervisor contempla la experiencia de muchos proyectos, conocimiento de otras especialidades que participen en el proyecto, de conocimiento técnico de ingeniería, de conocimiento de administración de proyectos, entre otros aspectos.

Es importante aclarar que esta metodología esta enfocada a la industria del petróleo y no limita algún cambio o modificación a su aplicación, este documento puede ser modificado como lo solicite el proyecto, no hace limitaciones a la manera o forma de supervisar ya que la supervisión depende de lo que quiere el cliente, del alcance, y del cómo se va desarrollando el proyecto, del criterio de cada especialista técnico; la supervisión debe de ir cambiando para buscar mejorías y mejores resultados. Se aclara que los formatos que se presentan en este trabajo como el de las matrices de precedencia y de las listas de verificación son solo ejemplos que pueden ser adaptados dependiendo del tipo de proyecto, del criterio del supervisor de ingeniería, etc.

Para que la ingeniería de proyectos cumpla con los objetivos antes mencionados es necesario establecer una metodología de supervisión de los trabajos de ingeniería para verificar que cumpla con las especificaciones requeridas por el cliente. Por lo que la supervisión debe contener otras actividades que permitan asegurar un nivel de certeza mayor; estas actividades son el proceso de revisión, verificación y validación de los documentos de ingeniería.



## **OBJETIVO GENERAL**

Presentar una metodología de Supervisión de algunos de los documentos más representativos para Ingeniería de proyectos en la industria del petróleo, resaltando la importancia de la supervisión así como cada una de sus etapas (revisión, verificación y validación) en los documentos de ingeniería de proyectos, con la finalidad de apoyar a los egresados de la carrera de la ingeniería química o personas profesionales que inician su vida profesional al área de proyectos.

## **CAPÍTULO 1**

### **SUPERVISIÓN**

La palabra supervisión se deriva de los vocablos latinos “súper” y “vicio”, que significa “ver sobre”, lo cual se traduce como mirar desde arriba una actividad.

La supervisión es ejercer la inspección en trabajos realizados por terceros (firmas de ingeniería, contratistas, etc.) a través del proceso de revisión, verificación y validación, a fin de asegurar que se logran fielmente los requisitos y propósitos técnicos y regulatorios especificados para un proyecto determinado. También se puede definir como el proceso de examinar, comprobar, inspeccionar, vigilar con atención y cuidado para corregir los errores, verificar fechas, número de revisión, revisar memorias de cálculo, revisar que los documentos cumplan conforme a las normas, códigos y estándares, etc; la supervisión da seguimiento al trabajo de ingeniería, sirve para regular el progreso, el avance y el desempeño del proyecto para identificar áreas delicadas en las que se requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes a fin de cumplir con los objetivos establecidos al inicio del proyecto <sup>[1]</sup>.

#### **1.1 Importancia de la Supervisión**

La importancia de la supervisión de la ingeniería se basa fundamentalmente en generar calidad en los documentos; esto es que las actividades de supervisión se realicen dentro del marco de normas, estándares, códigos, criterios a fin de obtener como resultado los objetivos de tiempo, costo y calidad del proyecto o bien un menor costo de errores; a continuación se enlistan varios puntos del porque es importante la supervisión en la ingeniería:

1. La supervisión de documentos de ingeniería percibe desviaciones posibles o reales de los planes trazados, con la suficiente anticipación para poder corregirlos.
2. La supervisión percibe y destaca las causas de desviaciones reales o potenciales de los planes con un costo mínimo o con muy pocas consecuencias no buscadas.
3. La supervisión de ingeniería se aplica a las actividades excepcionales y representativas a fin de reducir costos y tiempos, delimitando adecuadamente cuales actividades requieren una cautelosa y eficiente supervisión.
4. Con una buena supervisión se ahorra tiempo, permitiendo la oportunidad de que el supervisor realice otras actividades dando mayor avance al proyecto.

5. La supervisión de documentos de ingeniería detecta los vacíos que se dan en el desarrollo de la ingeniería.
6. Determina las medidas correctivas para corregir las desviaciones detectadas.
7. La supervisión de documentos de ingeniería detectan las partes que han generado problemas.
8. La supervisión de ingeniería cuenta con la capacidad para el análisis de las variaciones y determinar las soluciones más adecuadas.

La supervisión es responsable de que el tiempo de ejecución y la calidad corresponda con los planeados. La supervisión podrá cumplir cada una de sus responsabilidades siempre que cuente con el apoyo de la dirección de la empresa.

El éxito de las empresas depende en gran parte de la efectividad de la supervisión de ingeniería; la supervisión permite controlar las actividades que se realizan.

La supervisión implica revisar el trabajo, verificarlo y validarlo; para un mejor resultado a los supervisores de ingeniería se les necesita proporcionar capacitación técnica para instruirlos y actualizarlos.

El beneficio clave de la supervisión radica en que el desempeño del proyecto se observa y se mide de manera sistemática; la supervisión se regula a fin de:

- Identificar cambios, recomendaciones, acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- Dar seguimiento a las actividades del proyecto, comparándolas con otros documentos relacionados, comparándolos con otros proyectos, o hasta con actividades o situaciones realizadas en otros proyectos.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Este seguimiento continuo proporciona al equipo de proyecto conocimientos sobre la salud del proyecto y permite identificar las áreas que requiere más atención. Además de supervisar, dar seguimiento y controlar el trabajo que se está realizando a fin de implementar acciones correctivas o preventivas de modo que el proyecto cumpla con los objetivos inicialmente planeados. Esta revisión puede dar lugar a actualizaciones recomendadas y aprobadas para el proyecto. Por ejemplo. El incumplimiento de una

fecha de finalización de una actividad puede requerir la implementación de horas extras, o que se realicen concesiones entre los objetivos de presupuesto y cronograma <sup>[1]</sup>.

## **1.2 Características de la Supervisión**

Para desempeñar exitosamente la supervisión de ingeniería es necesario realizar una serie de actividades programadas, ordenadas y sistematizadas.

Estas actividades deben tener una orientación principalmente preventiva para evitar el retrabajo que incrementan tanto el costo, como el tiempo de ejecución y probablemente también afecten a la calidad. Las acciones preventivas están orientadas a la revisión de los requisitos de las bases de usuario y bases de diseño.

También serán necesarias las acciones de verificación, en la que se inspeccionará el trabajo ejecutado, en algunos casos de manera sistemática cuando la importancia del trabajo lo amerite y en otros casos de manera selectiva cuando la importancia sea menor. Cuando el trabajo no cumpla con los requisitos pactados el supervisor deberá hacer uso de las acciones correctivas para cumplir con su misión dentro del proyecto; sin embargo muchas acciones correctivas no hablan de un buen supervisor, sino de una carencia de acciones preventivas <sup>[2]</sup>.

Las características de una buena supervisión son las siguientes:

- Aumento de la calidad e ingeniería, a través de la revisión, verificación y validación en función de los objetivos planteados.
- Se logra que las revisiones se desarrollen con la economía dentro del presupuesto establecido, con la máxima eficiencia, eficacia, efectividad, imparcialidad y honestidad y con apego a las normas mexicanas y/o extranjeras, códigos y estándares de diseño aplicable.
- Se estructura la organización de trabajo de tal forma que esta se apoye adecuadamente a los objetivos fijados y proporcionen información objetiva.
- Se conoce de inmediato y en cualquier momento el avance del proyecto.
- Se incrementan las relaciones humanas y de trabajo profesional.
- Se mejoran la productividad de los empleados
- Se desarrolla un uso óptimo de los recursos
- Se contribuye a mejorar las condiciones laborales
- Se promueve el trabajo en equipo con equidad, respeto y cooperación.

- El supervisor se ve obligado a tomar decisiones con mayor frecuencia que cualquier otro administrador. En forma constante se le solicita que ubique los problemas que afectan durante la ejecución del proyecto, elija soluciones, emprenda la acción y evalúe los resultados.
- Se respeta la personalidad y las diferencias individuales, y buscara proporcionar oportunidades para la mejor expresión y creatividad de cada persona.
- Se proporciona plenas oportunidades para la formulación conjunta de políticas y planes, acogiendo gustosamente y utilizando la libre expresión y las aportaciones de todos los interesados.
- Se estimula la iniciativa, la confianza en sí mismo y la responsabilidad de cada persona en el desempeño de sus obligaciones.
- La supervisión es creativa.
- Se determinan procedimientos y acciones basándose en las necesidades de cada situación.
- Se manipula el ambiente de trabajo para que se logren los mejores resultados.

### **1.3 Actividades del supervisor.**

La supervisión permite dirigir, coordinar, controlar las actividades de trabajo, toma de decisiones, tener una buena y adecuada comunicación; de manera que las actividades y la interacción con otras personas se realice de manera eficiente y eficaz, por lo que la supervisión puede determinar el éxito o fracaso de un proyecto.

A continuación se describirá de manera breve como tiene que ver cada una de las actividades ejercidas por la administración con el supervisor.

- **DIRECCIÓN**

El supervisor tiene la responsabilidad capital de lograr que se haga el trabajo, de iniciar la acción, de suministrar la información a sus subordinados, por lo que la dirección estará basada en el sentido de comunicar decisiones, ordenes, orientaciones, instrucciones u otra información a quienes estén bajo la dirección de éste <sup>[2]</sup>.

Existen distintas clases de dirigir como son:

1. Ordenando (haga este trabajo)

- a) Puede ser necesario en ciertas ocasiones
  - b) Logra un rápido cumplimiento
  - c) Tiende a ser áspero
  - d) A menudo despierta resentimiento en los trabajadores.
  - e) Debe utilizarse con cautela
2. Pidiendo (por favor, ¿puede hacer este trabajo?)
- a) Es el método más común
  - b) Es menos áspero que una orden
  - c) Da por supuesta la buena disposición para cumplirlo
  - d) Hace que el empleado se sienta más importante
3. Sugiriendo (este trabajo tiene que hacerse pronto)
- a) Se emplea como una orden implícita
  - b) Se emplea cuando el trabajador sabe lo que debe hacer
  - c) Puede dar lugar a malentendidos
  - d) Puede hacerse caso omiso de ella

Se observó y se platicó con gente experta sobre el tema de dirección que la manera de dar instrucciones para realiza un trabajo de manera sutil, con respeto, la que menos genera problemas y la que hace sentir importante a las que se les dirige es dando la instrucción pidiendo por favor el trabajo o alguna actividad, pudiendo decir que el 70% de las personas que dirigen la utilizan para llevar a cabo sus actividades evitando confrontaciones y hasta un atraso en el proyecto o trabajo; cuando son casos en que la gente no coopera, no trabaja en tiempo y forma, se les dirige ordenado para lograr un rápido y seguro cumplimiento en el trabajo, esta forma de dirección tiene un 20% de uso ya que se emplea con cautela, en casos especiales a parte de despertar un resentimiento hacia los trabajadores. Por último la forma de dar instrucciones sugiriendo pudiese ser que abarque un 10% de uso ya que se emplea cuando el trabajador sabe lo que debe hacer, porque en caso de que no supiera este tipo de instrucción tendería a dar lugar a malentendidos.

Los supervisores de nivel más alto no tienen la necesidad de estar dirigiendo constantemente a sus subordinados, debido a que las personas que les rinden informes son empleados cuidadosamente escogidos y con experiencia, que no necesitan que se les esté dirigiendo constantemente. Pero, incluso así, el director dirige las operaciones

que se les han confiado y el supervisor, a su vez, hace uso de todos los procesos de dirección <sup>[2]</sup>.

- **COORDINACIÓN**

La coordinación representa que las actividades emprendidas por supervisor deben fluir sin obstáculos, armoniosamente y sin fricciones sin acciones inútiles y la menos cantidad de demoras posibles. La coordinación de esfuerzos y labores depende del grado en que el trabajo esté bien planificado y organizado. Es muy importante que a cada uno de los supervisores se le den instrucciones claras acerca de cómo y cuándo tienen que cumplir con su parte del trabajo <sup>[2]</sup>.

La coordinación entre se da:

1. Con los superiores: es de estrecha importancia que le supervisor se mantenga un estrecho contacto con su superior. A menudo los supervisores señalan fechas límites, establecen programas de trabajo o señala prioridades entre asignaciones. También son fuente de modificación en el trabajo, que pueden alterar planes cuidadosamente trazados. El supervisor debe cerciorarse también de que su superior está informado de la situación total de trabajo, de todo problema importante y de cualquier situación imperante en su unidad que pueda entorpecer la debida coordinación con otras unidades.
2. Entre los supervisores por que debe establecer relaciones de trabajo armonioso, es de especial importancia que mantenga estrecho contacto con aquellos de quienes se recibe trabajo para realizar, y con ellos a quien se envían trabajo. Para lograrlo resultan útiles las orientaciones que sigue:

Para ejercer la coordinación, el supervisor deberá:

- a) Notificar a sus superiores y equipo de trabajo los cambios de ciertas condiciones de trabajo que puedan afectar la coordinación.
- b) Estar seguro de que cumplirá con las fecha límite, cuando esto afecte a los demás supervisores de otras especialidades.
- c) Ajustar, como sea factible, su programa de trabajo, para que ayuden a que se entiendan las necesidades de otra unidad.
- d) Conservar la ecuanimidad cuando surjan dificultades.

- e) Desarrollar una constante actitud de justicia, amistad y firmeza. Establecer normas razonables de realización, y atenerse a ellas.
- f) Hacer planes cuidadosos para que se logren los objetivos del trabajo
- g) Hacer que las condiciones de trabajo sean las más seguras y agradables posibles.
- h) Dar ejemplo de buen trabajo, entusiasmo y optimismo.
- i) Elogiar a individuos y al grupo por el trabajo bien realizado
- j) Empeñarse en una pronta acción para corregir problemas y remediar malos entendidos.

- **CONTROL**

La finalidad del control es:

1. Proporcionar a los supervisores información completa, precisa y oportuna acerca de los que se está realizando.
2. Permitir que los supervisores hagan pronósticos más exactos de los obstáculos que impiden la plena producción, y que eliminen y disminuyan los efectos de tales dificultades.
3. Asegurar la máxima productividad y el cumplimiento satisfactorio de los objetivos previstos.

- **COMUNICACIÓN**

Una de las aptitudes más importantes que debe tener el supervisor es la de hacerse comprender por sus empleados y superiores y la de comprender a su vez, las ideas y pensamientos que aquellos intentan comunicarles. Si el supervisor no sabe comunicarse eficazmente, la supervisión sería ineficiente, puesto que esta es la forma en que las organizaciones logran que se realicen las labores. La comunicación se lleva a cabo mediante instrucciones verbales, directivas, memorándums, informes, cartas, ordenes de trabajo y conferencias. Para poder comunicarnos de manera efectiva es necesario saber escuchar, hablar, leer y escribir <sup>[2]</sup>.

1. Saber escuchar: El supervisor tiene que dedicar tiempo y esfuerzo a la adquisición de técnicas eficientes y efectivas para saber escuchar. Saber escuchar es una actividad que absorbe la mayor parte del tiempo del supervisor.



A continuación se sugieren algunas formas para que el supervisor pueda escuchar de manera eficaz:

- a) Sea receptivo. Evite que el prejuicio, las inclinaciones o el enojo deformen la recepción. Este dispuesto a escuchar ideas nuevas, a poner atención, a buscar el sentido de lo que el interlocutor quiere expresar y a alentar a este mirándole directamente.
- b) Concentración. Procure eliminar la distracción, estar alerta a la transición de una idea a otra.
- c) Participe. Ponga atención a los nombres personales; añada la información que posea a lo que diga el interlocutor; llene los claros del mensaje; lleve mentalmente un continuo resumen del mensaje.
- d) Haga preguntas. Aclare los puntos oscuros, repitiendo o parafraseando las ideas del interlocutor e invítelo a que aclare los significados que se escapan.
- e) Preparación. El supervisor tiene que prepararse a escucha, enterándose anticipadamente de lo que se va a tratar, consiguiendo información previa y eliminado, cuanto sea posible, las distracciones.

**2. Saber hablar:** hablar con sus compañeros, con quien tenga que tratar es lo más útil que el supervisor pueda hacer, para lograr que su comunicación sea eficaz. El supervisor debe de transmitir su mensaje de modo claro, conciso y lógicamente organizado. Debe escoger bien sus palabras, aclarar cada uno de los puntos y resumirlos al final de su comunicado. Tiene que procurar, de todas las formas posibles, que el significado de lo que dice llegue claramente a la mente de quienes lo escuchan.

A continuación se darán algunos consejos para que el supervisor hable de manera adecuada:

- a) Evite hablar demasiado aprisa
- b) Emplee palabras comunes y sencillas
- c) Hable en frases breves y concisas
- d) Emplee inflexiones de la voz y ademanes, para que den énfasis y claridad.

Otras sugerencias de lo que debe evitar el supervisor al hablar con otras personas son:

- a) Contradecir bruscamente a los interlocutores
- b) El empleo de “palabras agresivas” o inflamables, o proferir insultos.
- c) Las generalidades, cuando se puede ser específico
- d) Usar un tono tajante cuando existen diferencias de opinión
- e) Mostrar enojo o disgusto hacia quienes lo escuchan

**3. Saber leer:** el supervisor debe buscar técnicas que le faciliten su entendimiento como pueden ser:

- a) El supervisor debe clasificar el material que llega a su escritorio, para dedicar más tiempo a lo que es importante y menos al material que no lo es. Unos pocos minutos dedicados a la clasificación pueden ahorrar horas de lectura; esta clasificación puede ser:
  - I. El material que no necesita leer
  - II. El material que quizá quiera leer más tarde
  - III. El material con el que quiera estar familiarizado
  - IV. El material que tiene que comprender por completo

Esta labor de clasificación reducirá considerablemente la cantidad de material que el supervisor deba leer.

- b) Cuando el supervisor lee, debe poner en la lectura toda su atención crítica; debe formularse preguntas como las siguientes:
  - I. ¿Qué quiere dar a entender la persona que lo escribió?
  - II. ¿Qué pruebas tiene para corroborar sus afirmaciones?
  - III. ¿Que ha dejado de incluir en su mensaje?
- c) El supervisor debe adquirir y practicar hábitos de lectura rápida. La técnica consiste en ver y comprender más de una palabra a la vez. Cuanto más aprisa sabe leer, tanto mayor es el tiempo que puede disponerse para otras actividades importantes.

**4. Saber escribir:** el escribir de modo eficaz es una de las habilidades más difíciles y valiosas para la comunicación que el supervisor pueda adquirir. Las dificultades más comunes inherentes a la escritura son la falta de claridad y la tendencia a escribir a un nivel demasiado elevado.

Cuando se trata de escribir órdenes, instrucciones, informes y correspondencia; no deben dar lugar a malas interpretaciones y deben ser fáciles de entender, el supervisor debe de expresar sus ideas en forma de fácil comprensión.

El supervisor es la clave de la comunicación correcta de cualquier organización porque él tiene que pasar la información. Tiene que canalizar información en sentido ascendente para sus superiores, con el fin de que estos puedan tomar decisiones inteligentes, y en sentido descendente para los subordinados, con el fin de que estos sepan cual es el trabajo que deben hacer, como hacerlo y como tiene que hacerlo <sup>[2]</sup>.

- **ORGANIZACIÓN**

La supervisión la ejerce un determinado grupo de personas por lo que sí están bien organizadas el trabajo realizado será satisfactorio y eficiente; la organización es muy importante en la supervisión ya que ella permite crear y estructurar los integrantes del grupo de trabajo de supervisión de ingeniería. Además de que la organización es una de las funciones del supervisor. Debe establecer relaciones entre las personas, el trabajo, los recursos materiales que contribuyan al logro de los objetivos deseados. La meta del supervisor consiste en ejecutar los planes de producción o servicios de la manera, más rápida, fácil y económica <sup>[3]</sup>.

En tabla 1 se muestran algunas diferencias entre la supervisión de organizaciones tradicionales y las nuevas. La supervisión de las organizaciones modernas se vuelve más abierta, flexible y sensible a los cambios. Cambian las organizaciones por el mundo ha cambiado y lo seguirá haciendo. Cambios sociales, económicos, políticos, mundiales y tecnológicos han creado un ambiente en el que las organizaciones exitosas (las que alcanzan sus metas una y otra vez) deben adoptar maneras nuevas de hacer trabajo <sup>[4]</sup>.

Tabla 1. Diferencias entre la supervisión en las organizaciones tradicionales y las nuevas.

<b>LA SUPERVISIÓN EN LA:</b>	
<b>ORGANIZACIÓN TRADICIONAL</b>	<b>NUEVA ORGANIZACIONAL</b>
Estable	Dinámica
Inflexible	Flexible
Centrada en el trabajo	Centrada en las habilidades
El trabajo se define por posición	El trabajo se define por tareas que se deben hacer
Trabajo de individuos	Trabajo de equipos
Puestos permanentes	Puestos temporales

Fuente: Sthepen P. Robbins y Mary Coulter. "Introducción a la Administración y las Organizaciones". 2005.

#### 1.4 Perfil Psicológico del Supervisor

En la actualidad es indispensable que el supervisor tenga una capacidad de aprendizaje abierta, que se refiere a una actitud y conducta del ser humano de conocer, ejercitar o practicar lo que se aprende, es indispensable que el grupo de personas que constituyen el equipo de supervisión estén en constante y continua especialización, aprendizaje para incrementar talentos que puedan crear y reinventar permanentemente la organización, sus procesos, sus productos y servicios; hemos estado en constantes cambios de cultura, economía, educación, nueva tecnología, nuevos procesos, nuevos productos; con estos cambios se requiere de una organización que sea adaptable a cualquier situación en la línea de tiempo, que sea flexible, dinámica y que le dé al supervisor un continuo aprendizaje y superación profesional; La organización que cumple con estas características es la inteligente <sup>[5,6]</sup>; esto es porque las organizaciones inteligentes tienen una alta capacidad para aprender y cambiar de forma sostenida en el tiempo. Es decir son organizaciones capaces de crear procesos colectivos que permiten generar aprendizaje continuo (interaccionando de forma inteligente con su entorno) y utilizar lo que aprenden para cambiar y reinventarse en el tiempo. La organización inteligente prima y potencia el conocimiento táctico de los individuos, así como el conocimiento explícito, a modo de que toda la organización se enriquezca con todo este conocimiento y crecer como tal.

La supervisión de ingeniería puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto.

El supervisor realmente exitoso no es exitoso solo por momentos o en situaciones de triunfo. Un supervisor exitoso siente esa paz y esa autosatisfacción en momentos de dolor, fracaso, rechazo y frustración, se mantiene firme, determinado y perseverante ante sus objetivos sin importar lo adverso de las circunstancias externas. Para este tipo de supervisores el fracaso es la mejor oportunidad de crecer y de aprender y saben que cada fracaso les acerca a la meta que se han propuesto.

La principal característica de la supervisión de ingeniería es el trabajo en equipo ya que es un compromiso compartido con un objetivo común. Los miembros e integrantes del equipo comparten la responsabilidad no solo unos con respecto de otros, sino también con respecto del objetivo común (el proyecto).

El éxito de un equipo de supervisión depende de las habilidades como de la comunicación, incluyendo la capacidad de escuchar <sup>[7]</sup>:

Otras claves del éxito para la supervisión de proyectos son las siguientes:

- Una comunicación personal buena y frecuente es indispensable para la supervisión eficaz del proyecto.
- Se requiere una excelente comunicación personal al inicio de proyecto para facilitar la formación del equipo, crear relaciones satisfactorias de trabajo y expectativas mutuas.
- En la comunicación debe tenerse en cuenta el lenguaje corporal y las costumbres que reflejan la diversidad cultural.
- Procure no usar comentarios, palabras o expresiones que puedan interpretarse como discriminantes, racistas, prejuiciosas u ofensivas.
- La clave de la comunicación es entender y no que solo la gente nos entienda. Saber escuchar es la otra mitad de una buena comunicación. Puede producirse rupturas cuando no se escucha a lo demás.
- La comunicación debe ser sencilla, inequívoca y sin jerga técnica ni ofensiva.
- Si se requiere satisfacer al cliente se requiere hace falta una comunicación constante con el cliente, para mantenerlo informado y sabe si han cambiado sus expectativas. En forma periódica pregúntele si está contento con el avance del proyecto.
- Con toda oportunidad informe al cliente y al equipo respecto al estado del proyecto y a problemas potenciales.
- Deben celebrarse juntas para discutir el estado del proyecto. En ellas expliquen las directrices al iniciar el proyecto, a fin de que todos sepan que conducta se espera de ellos en las sesiones.
- No confundan el dinamismo ni la actividad con los logros cuando comuniquen el progreso conseguido.
- Escriba informes concisos. Concéntrese en el formato, la organización, el aspecto, la facilidad de lectura y el contenido.
- En las primeras etapas del proyecto se llegará a un acuerdo sobre cómo se autorizarán y se documentarán los cambios.
- Cuando se actualicen los documentos, se distribuirán de inmediato a los miembros del equipo que serán afectados.

Toda empresa exitosa es progresiva, es decir, se esfuerza y consigue mejorar, además es dinámica y activa, lo que significa que los empleados tienen que trabajar conjuntamente y finalmente, una empresa que se encamina hacia el éxito, es siempre productiva <sup>[8]</sup>.

El fracaso es lo contrario del éxito, hace referencia a la frustración, por lo que se mencionan a continuación algunos de los motivos del fracaso de la supervisión en la ingeniería de proyectos:

1. *Incompetencia*: al supervisar se hace creyendo dominar todas las áreas que tiene que ver con el proyecto o de la especialidad. No se acepta la falta de aptitud de preparación para desarrollar la actividad.
2. *Negligencia*: Este factor se refiere a las acciones que, con conocimientos de causa, llevan al proyecto al fracaso, ya sea por malos manejos, por falta de rigor en los procesos o, por simple desconocimiento.
3. *Falta de control*: Este error limita la capacidad de acción para anticipar los problemas. Para evitarlo da seguimiento a cada uno de los procesos, registra toda la actividad y, de ser necesario, establece candados.
4. *Falta de capital*: la ausencia de una planeación financiera inadecuada es la razón de esta falla. Con frecuencia, los supervisores y administradores se concentran en anticipar las inversiones en activos fijos y algunos de los gastos de operación; sin embargo, no planean las necesidades de capital de trabajo, ni otro tipo de gastos o inversión.
5. *Falta de una identificación correcta del riesgo*: En ocasiones el entusiasmo desmedido hace que únicamente se evalúen de manera parcial los retos futuros, ignorando muchos de los riesgos actuales. A lo anterior se suma la tendencia de resolver solo lo urgente y postergar lo importante.

El supervisor proporciona guía y orientación; la capacidad del supervisor para comprender a sus empleados y trabajar eficazmente con ellos y con las personas con quienes está en contacto determinará, en gran medida, su éxito o su fracaso.

Uno de los factores más importantes que contribuirán al éxito del supervisor en todo cuanto haga es poseer y saber usar sus cualidades de orientador y guía. He aquí algunas de sus cualidades <sup>[9]</sup>:

1. Estar bien enterado de las personas y su trabajo.
2. Tener confianza en sí mismo.
3. Hacer hincapié en la actividad esforzada y constante.
4. Tener actitudes objetivas.
5. Ser sencillo.
6. Ser capaz y tomar decisiones acertadas.
7. Estar dispuesto a emprender una acción contraria cuando sea necesario.
8. Ser capaz de resistir presiones.

Para que el supervisor se sienta motivado en su actividad se presentan las siguientes técnicas <sup>[10]</sup>:

- Ofrecerles oportunidades de desarrollo y autorrealización.
- Darles reconocimiento por sus logros.
- Mostrar interés por ellos.
- Hacer que se sientan comprometidos con la empresa.
- Hacerlos sentirles útiles y considerados.
- Darles variedad.
- Darles la oportunidad de relacionarse con sus compañeros.
- Darle buenas condiciones de trabajo.
- Ofrecerles un buen clima de trabajo.
- Usar metas y objetivos.

Cualquier ejecutivo, supervisor, gerente, director o jefe de departamento va aprendiendo, a veces con tropiezos y fracasos, que la productividad, la eficiencia, la calidad son resultados más de la gente que de los sistemas y de los recursos técnicos y materiales.

## CAPÍTULO 2

### SUPERVISIÓN DE INGENIERÍA

En el presente capítulo se describen dos métodos de supervisión de ingeniería: el procedimiento tradicional en donde la supervisión se realiza básicamente de forma física con los documentos de ingeniería y se entregan los comentarios en transmitals directamente a la persona de control de documentos. En tanto que el otro procedimiento de supervisión se realiza en línea por medio de un sistema operativo, donde el supervisor de ingeniería emite cometarios, y que estos comentarios a su vez los puede ver los especialistas de las firmas de ingeniería dando oportunidad de ser corregidos en el momento. En los dos métodos la supervisión implica desarrollar tres etapas que son la revisión, la verificación y la validación, además de asignar las actividades correspondientes para quien va a supervisar la ingeniería y para quien la va a realizar, estas actividades se describen en la tabla 2 que se presenta a continuación:

Tabla 2. Actividades del supervisor de ingeniería respecto a las actividades de la compañía de ingeniería.

SUPERVISIÓN	Etapa	Compañía de Ingeniería. Actividades	Supervisor de Ingeniería. Actividades	Edición
	Revisión	Generación por especialidad	Consistencia técnica documental	A
	Verificación	Verificación cruzada con información de fabricante y documentos relacionados	Verificación de cálculo y diseño contra bases de diseño, normatividad y documentos relacionados.	B
	Validación	Documento aprobado para construcción (APC).	Validación y procedimiento y consistencia de calidad.	0

Fuente: Pemex

En la supervisión los documentos de ingeniería se van editando cada vez que exista una nueva revisión, verificación o validación, este acuerdo de como editar cada etapa de supervisión se da entre firma de ingeniería y empresa supervisora, al llegar a un acuerdo se especifican como seria la nomenclatura de la edición en cada etapa de la supervisión, en la tabla 2 se puede ver que la edición es A, B o 0 pero también pueden



haber documentos que salgan en edición A y 0, esto depende del acuerdo entre las empresas.

De manera fácil y sencilla a continuación se presenta en el diagrama de flujo No. 1 la supervisión actual y su problemática:

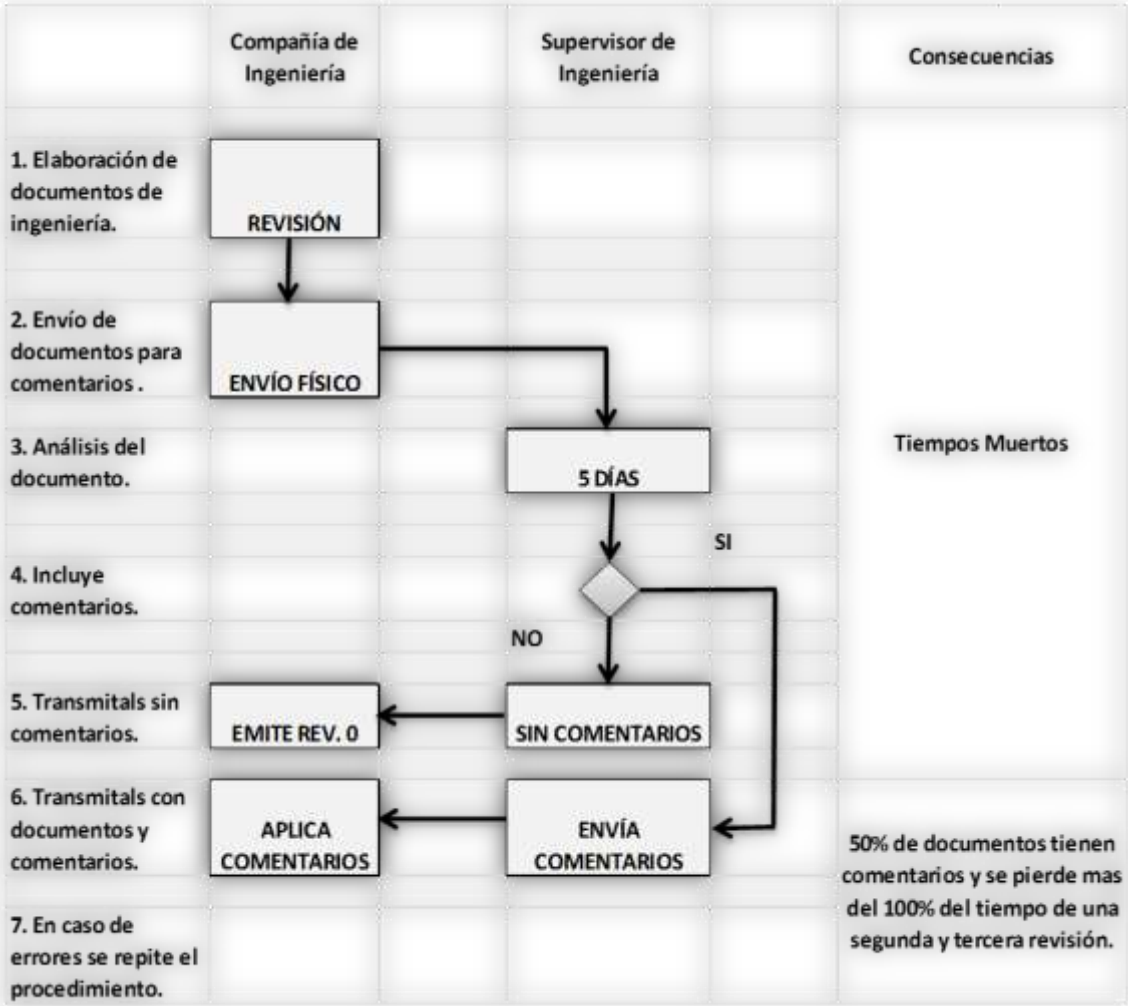


Diagrama de flujo No. 1: Método de supervisión actual y su problemática.

El diagrama de flujo No. 1 hace notar que una de las consecuencias del proceso de supervisión es que existen tiempos muertos; es decir, hay desperdicio de tiempo en el que se podría aprovechar para disminuir el número de comentarios, errores desde el inicio de la ingeniería ya que como se menciona en el diagrama de flujo el 50 % de documentos

tienen comentarios y se pierde más del 100% del tiempo de una segunda y tercera revisión.

Para que la supervisión sea eficaz y tenga una mayor calidad tiene que haber un cambio en la forma de cómo se está supervisando, este cambio puede ser en la tecnología; esto se puede hacer utilizando un sistema inteligente que es utilizado para crear sitios web como por ejemplo el share point. La finalidad de usar un sistema inteligente es crear dos archivos espejo con el desarrollo instantáneo de la ingeniería. Es decir la compañía que hace la ingeniería en edición A o B será al mismo tiempo supervisada, es decir se hará al mismo tiempo comentarios y corrección de errores que serán edición A<sub>com</sub> o B<sub>com</sub><sup>[11]</sup>.

En la figura 1 se muestra la forma de supervisión utilizando un nivel tecnológico superior:

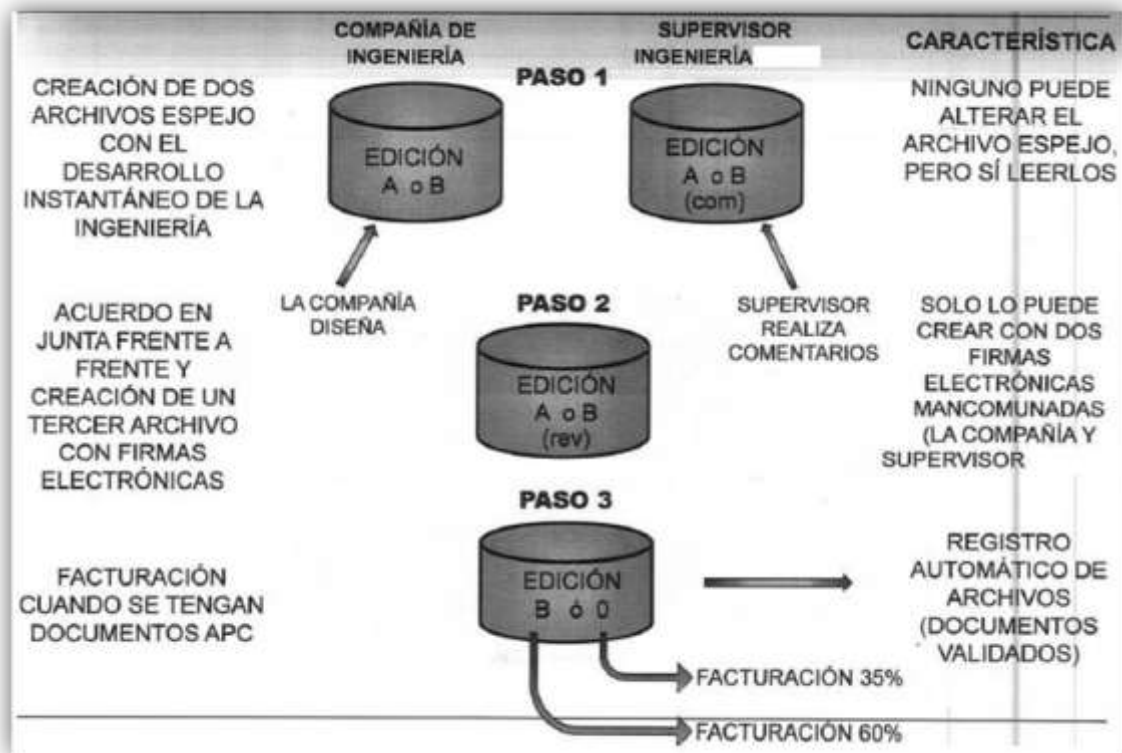


Figura 1. Procedimiento de supervisión de ingeniería a un nivel tecnológico superior.

Como se puede ver en la figura en este proceso de supervisión ninguna de las dos partes puede alterar el archivo espejo pero si leerlos, además de que el sistema solo puede crearse con dos firmas electrónicas mancomunadas (compañía y supervisor de

ingeniería) y para crear un tercer archivo con firmas electrónicas, esto es para la edición A o B ya en revisión se acuerda una junta frente a frente para que se llegue al acuerdo.

Ya una vez cargados los archivos electrónicos se realiza posteriormente la facturación cuando se tengan documentos aprobados para construcción APC (la facturación depende del contrato establecido al inicio de la ingeniería).

Al final se registran automáticamente los archivos ya como documentos validados.

El utilizar este método de supervisor brinda como ventajas:

1. Ahorro de tiempo. (No hay envío ni respuesta retardadas).
2. Incremento de calidad.
  - No hay transmital de documentos incompletos.
  - No hay autorización por retraso de aplicación de comentarios.
  - Existe un control de calidad implícito por acuerdo entre especialistas.
3. Se evitan las revisiones innecesarias, pues deja de tener sentido.
4. Se tiene un control a tiempo real sin errores.
5. El contratista factura más rápido y la compañía supervisora de ingeniería obtiene mayor calidad, reduce tiempo de ingeniería y con mejor ejercicio presupuestal.

Como se mencionó en el capítulo anterior la supervisión se define como el proceso de examinar, comprobar, inspeccionar, vigilar con *atención* y *cuidado* para corregir los errores, *verificar* fechas, número de revisión, revisar memorias de cálculo, *revisar* que los documentos cumplan conforme a las normas, códigos y estándares, etc.; la supervisión da seguimiento al trabajo de ingeniería, sirve para regular el progreso, el avance y el desempeño del proyecto para identificar áreas delicadas en las que se requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes a fin de cumplir con los objetivos establecidos al inicio del proyecto <sup>[1]</sup>.

La supervisión de ingeniería la realizan grupos de especialistas, apoyados por un líder que lleva la dirección de las actividades encaminadas al éxito del proyecto. Estas personas encargadas de supervisar tienen que cumplir con las etapas de lo que es una buena supervisión; la *revisión* es la primera de ellas, esta se aplica para asegurar que los documentos de ingeniería cumplan con los formatos, información técnica y consistencia con los documentos relacionados; con esta etapa a un no se termina de supervisar ya que falta *verificar* lo revisado analizando los documentos; es decir comprueba la consistencia

documental y del cumplimiento con bases de diseño y normatividad técnica aplicable al proyecto, pero se sigue sin terminar de supervisar ya que falta la última etapa que es la validación, este es el aseguramiento de las dos etapas anteriores y el final de la supervisión; en esta etapa el supervisor de especialidad firma el documento, como una constancia de atestiguamiento de calidad de la Ingeniería. Es de gran necesidad e importancia de que en todo el momento de supervisión y en todas las fases del proyecto (básica, detalle, procura, construcción y puesta en marcha) se lleve a cabo el proceso completo de supervisión, esto es basarse en tres definiciones: revisión, verificación y validación <sup>[11]</sup>.

## 2.1 Etapas de la supervisión. Revisión - Verificación - Validación

- **Revisión**

Una vez que la compañía genera los entregables la revisión consistente en que el supervisor asegure la consistencia técnica documental.

La revisión consiste en asegurar que el documento cumple con los formatos, información técnica y consistencia con los documentos relacionados.

La revisión se aplica en diferentes momentos durante la ejecución y/o a diferentes documentos de ingeniería, orientados fundamentalmente a asegurar la disponibilidad y terminación de los documentos o de la información requerida. La revisión es un examen que realizan especialistas a la información o resultados en elementos críticos que se presentan en cualquiera de las etapas de ingeniería.

El supervisor se pregunta en las etapas de ingeniería lo siguiente:

1. ¿Están claras las bases de usuario?
2. ¿Están claras las bases de diseño?

Estas dos preguntas son muy importantes por lo que debe estar totalmente claras ya que las bases de usuario son el documento que describe las necesidades y requerimientos del **área solicitante** del proyecto para disponer de la infraestructura necesaria que le permita llevar acabo sus actividades productivas, modernizar sus instalaciones, o aprovechar una oportunidad de negocio, así como fortalecer la seguridad industrial y la protección del medio ambiente. Y las bases de diseño son el conjunto de información técnica y normativa que define todas las especificaciones técnicas, los

requerimientos, y condiciones necesarias para la elaboración de la ingeniería de un proyecto de capital a fin de que **este complemente las necesidades del usuario**. La información técnica y normativa que forma parte de las bases de diseño debe contener los requerimientos expresados en las bases de usuario. Las bases de diseño especifican, entre otros conceptos, prácticas de ingeniería, preferencias de uso de materiales y características de operación de instalaciones de proceso, equipos o elementos de control; también definen las opciones que el usuario prefiera cuando la norma presenta dos o más opciones o posibilidades de solución a un tema. Este documento presenta los criterios de diseño más utilizados en cada caso para que el usuario apruebe, comente o cambie a fin de dejar totalmente definida la forma que prefiera que se maneje en el proyecto. Son guías y requerimientos que gobernarán el diseño del proyecto, incluyendo el nivel de detalle del diseño requerido, especificaciones particulares, códigos estándares, condiciones de operación (flujos, niveles, presiones y temperaturas) y otra información necesaria.

Otras de las preguntas que se tiene que hacer son:

3. ¿Se cuenta con toda la información que debe proporcionar el usuario?
4. ¿Se están considerando los requisitos legales o reglamentarios aplicables al proyecto?
5. ¿Se han definido las prácticas, normales y procedimientos aplicables?
6. ¿Existen experiencias anteriores aprovechables?
7. ¿Se cumplen los requisitos de diseño establecidos en el “check list” del producto de la etapa?

Se revisan elementos críticos puntuales, definidos en “check list”.

La supervisión establece una comparación de los documentos con respecto a requerimientos previamente establecidos <sup>[11]</sup>.

- **Verificación**

En esta etapa, primero la compañía realiza verificación cruzada con información del fabricante y documentos relacionados. Para que posteriormente el supervisor de ingeniería verifique el cálculo y diseño contra bases de diseño, normatividad y documentos relacionados.

La verificación consiste en analizar que los criterios de diseño sean acordes con las bases de diseño, normas y especificaciones y herramientas de cálculo y sus resultados, de tal manera que sean acordes con los diseños y los dibujos o modelos tanto del documento como de otros documentos relacionados; es decir comprueba la consistencia documental y del cumplimiento con bases de diseño y normatividad técnica aplicable al proyecto <sup>[11]</sup>.

Esto implica lo siguiente:

1. Implica la comprobación por los expertos del uso adecuado de normas y estándares. En el anexo de este capítulo se muestran las normas más utilizadas en la ingeniería química como son: las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, normas internacionales, normas de referencia de Pemex, especificaciones de Pemex, estándares y reglamentos nacionales <sup>[11]</sup>.
2. Implica la comprobación de que el resultado es consistente con el alcance y bases acordadas con el cliente.
3. La verificación no implica rehacer cálculos u otras tareas, aunque puede incluir algunos ejercicios numéricos simplificados.

Sobre todo se debe establecer un juicio sobre la lógica de los resultados del diseño de acuerdo a la experiencia del experto.

- **Validación**

La compañía de ingeniería realiza los entregables APC (aprobados para construcción) por lo que el supervisor de ingeniería tiene que validar la revisión y verificación que se efectuó anteriormente y validar la consistencia de calidad.

La validación consiste en el aseguramiento que todo el proceso de supervisión se efectuó correctamente y que los resultados indican que el diseño cumple con las bases de diseño y la normatividad técnica establecida. En el proceso de validación se deberá asegurar que el documento tiene una relación correctamente establecida con otros documentos de Ingeniería y que ha sido generado en su edición final sin revisiones posteriores. En este caso el supervisor de especialidad deberá firmar el documento, como una constancia de atestiguamiento de calidad de la Ingeniería.

La validación comprueba el cumplimiento integral de la ingeniería final o de la etapa que se valide con las expectativas del usuario.

La validación es la comprobación final de:

1. La congruencia entre las diversas etapas del proyecto
2. El cumplimiento con las bases de usuario
3. Que el proyecto satisfaga las necesidades del usuario cuando se ponga en operación.

## **2.2 Responsables de la supervisión**

La supervisión de ingeniería durante el desarrollo de proyectos de inversión, involucra actividades de planeación y actividades técnicas relativas al proceso de supervisión; para esto se involucra el director del proyecto y el coordinador de ingeniería.

- **DIRECTOR DEL PROYECTO**

Será responsable de revisar con la firma de ingeniería o contratista, la relación de entregables de ingeniería, acorde al contrato y de mantener actualizado el programa de ejecución del proyecto en la etapa que corresponda, incluyendo la emisión de estos entregables. Es también el canal de comunicación con la firma de ingeniería o contratista y de la distribución de los documentos generados y de los comentarios emitidos de la supervisión.

- **COORDINADOR DE LA INGENIERÍA**

El coordinador de ingeniería cumple con el perfil de experiencia de muchos proyectos, con el conocimiento de otras especialidades participantes en el proyecto, de conocimiento técnico, de conocimiento de administración de proyectos.

Será responsable de revisar, comentar y, en su caso, validar el programa de ejecución de la ingeniería de proyecto, de controlar el proyecto, dirigir a los especialistas de ingeniería, de supervisar las firmas de ingeniería, de elaborar acciones preventivas y correctivas para resolver problemas administrativos acerca del proyecto, revisa avances del proyecto, revisan las finanzas del proyecto, difunde y realiza el trabajo en equipo.

En el Diagrama de Flujo No. 2 de este apartado se puede observar en resumen las actividades de los responsables de la supervisión.

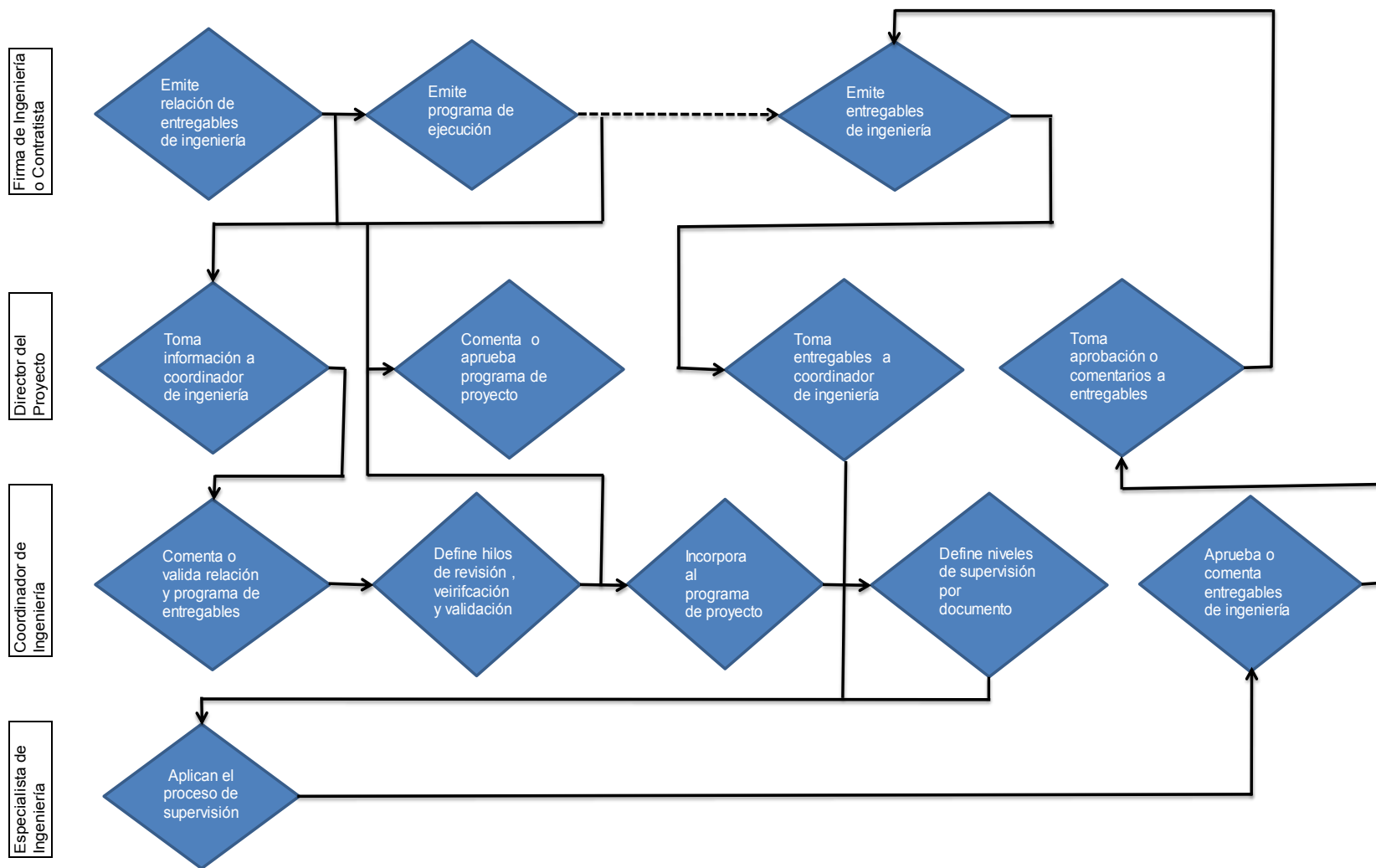


Diagrama de Flujo No. 2. Actividades de los responsables de la supervisión



El beneficio clave de la supervisión de ingeniería radica en que el desempeño de la supervisión se observa y se mide de manera sistemática; la supervisión se regula a fin de:

1. Identificar cambios, recomendaciones, acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
2. Dar seguimiento al trabajo de ingeniería, comparando los documentos con otros relacionados entre sí.
3. Influir en los factores que podría de alguna manera eludir la supervisión de ingeniería integrada de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Este seguimiento continuo proporciona al equipo de proyecto conocimientos sobre la salud del proyecto y permite identificar las áreas que requiere más atención. Además de supervisar y dar seguimiento al trabajo que se está realizando a fin de implementar acciones correctivas o preventivas de modo que el proyecto cumpla con los objetivos inicialmente planeados. Esta revisión puede dar lugar a actualizaciones recomendadas y aprobadas para el proyecto. Por ejemplo. El incumplimiento de una fecha de finalización de una actividad puede requerir la implementación de horas extras <sup>[1]</sup>.

La supervisión de ingeniería para los proyectos es muy valiosa, dado que con ella se orienta a la acción a los colaboradores, para que se logren los objetivos.

### **2.3 Supervisión técnica de ingeniería**

La supervisión técnica es el proceso mediante el cual se comprueba que los documentos entregables cumplen con las etapas de supervisión.

La supervisión técnica de ingeniería la realiza personal especializado para asegurar la calidad de la ingeniería generada por terceros (firmas de ingeniería, contratistas, entidades especializadas, etc.).<sup>[11]</sup> Los especialistas de la coordinación de ingeniería asignados a la supervisión técnica deben.

- a) Revisar, verificar y, en su caso, validar los documentos de ingeniería básica y detalle que se necesitara en el proyecto.
- b) Analizar, consensuar y entregar sus comentarios y resultados al coordinador de ingeniera de proyecto.

- c) Conservar un archivo con los documentos de ingeniería básica y detalle del proyecto utilizado como base para la supervisión.
- d) Mantener el control de las versiones y revisiones (archivos electrónicos e impresos) de todos los documentos de ingeniería básica y detalle del proyecto.
- e) Resguardar la lista de verificación de todos los documentos de ingeniería básica y detalle del proyecto.
- f) Cuando se reporten comentarios en la lista de verificación, verificar que el documento afectado sea corregido para que se cumpla con los requerimientos del proyecto.

Algunos de los documentos de ingeniería básica y detalle que debe de tener un proyecto y dependiendo de este son los siguientes (a estos se les llama documentos entregables o son documentos que contiene un libro de ingeniería básica) <sup>[11]</sup>:

1. Bases de diseño
2. Descripción del proceso
3. Filosofía básica de operación
4. Diagrama de flujo de proceso
5. Balance de materia y energía
6. Diagrama de tubería e instrumentación de proceso
7. Lista de equipo
8. Requerimientos de servicios auxiliares
9. Diagrama de flujo de servicios auxiliares
10. Requerimientos de catalizadores y sustancias químicas
11. Hojas de datos de equipo
12. Lista de líneas
13. Diagrama general de localización de equipo
14. Especificación general de instrumentos
15. Especificación general de instrumentos
16. Especificación general del sistema de control distribuido
17. Hoja de datos de instrumentos

Los especialistas de la coordinación de ingeniería asignados a la supervisión técnica, deben verificar que los documentos de ingeniería básica y detalle comprendan la totalidad de los documentos que se editaron para definir la ingeniería básica de la

instalación, que el licenciador ha considerado como necesarios para el diseño de la ingeniería.

Para supervisar los documentos de ingeniería se establecen a continuación niveles de revisión y de definición para caracterizar e identificar las características del contenido de los documentos; identificando cada etapa de supervisión en la que se encuentran; es decir, en cada etapa de la supervisión existen niveles de revisión. Los niveles de revisión son las características con las que debe de cumplir el documento revisado, los documentos deben de cumplir por ejemplo con las bases de diseño, con los documentos relacionados, con la normatividad técnica aplicable, especificaciones, herramientas de cálculo, de la información de los entregables, esto es cumplir con todo el proceso de supervisión; ver tabla 4 que se presenta a continuación del presente documento:

Tabla 4. Niveles de revisión

<b>Nivel de Revisión de Documentos de Ingeniería</b>				
<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Revisión</b>			<b>Verificación</b>	<b>Validación</b>
Cumple con formato y se identifica completa y correctamente con el índice de documentos.	Cumple con la información técnica establecida para su tipo.	Que la información técnica es consistente con documentos relacionados.	Que los criterios de diseño sean acordes con las bases de diseño, normas, especificaciones y herramientas de cálculo.	Que el diseño cumpla con las bases de diseño, incluyendo la normatividad técnica establecida de cálculo.
Rev. A			Rev. B	Rev. 0

Fuente: Pemex

La tabla 4 muestra niveles de revisión de documentos de ingeniería, estos son niveles son las características principales que deben contener los documentos de ingeniería; junto con la tabla 5 se puede observar el desglose de las revisiones emitidas en ediciones, en las acciones a tomar de acuerdo a la edición y al tipo de error.

Tabla 5. Acciones a tomar de acuerdo a edición y al tipo de error

Edición	Edición A <sub>com</sub>	Edición A <sub>rev</sub>	Edición B <sub>com</sub>	Edición B <sub>rev</sub>	Edición 0
<b>Error de forma</b>	Se solicita corrección y no se rechaza el lote.	No aplica se corrigí	No aplica Se editan con transmital para aprobación de la compañía supervisora.	No aplica	No aplica se editan
<b>Error de correspondencia o diseño de un documento seleccionado o hasta el 50% de la muestra.</b>	Se solicita corrección y se vuelve a revisar en Edición A <sub>rev</sub> .	Se solicita corrección y se vuelve a revisar en Edición B <sub>com</sub> se corrige y se revisa la incorporación de los comentarios.	Se solicita corrección y se vuelve a revisar en Edición B <sub>rev</sub> se corrige y se editan con transmital para aprobación de la compañía supervisora.	se solicita corrección y se vuelve a revisar en Edición 0	No aplica se editan
<b>Error de correspondencia o diseño de más del 50% de todos los documentos revisados de la muestra.</b>	Se rechaza el lote y se vuelve a revisar en Edición A <sub>com</sub> (n+1) A <sub>rev</sub>	Se rechaza el lote y se vuelve a revisar en Edición A <sub>rev</sub> (n+1) se revisa la incorporación de los resultados.	Se rechaza el lote y se vuelve a revisar en B <sub>com</sub> (n+1) se editan con transmital para aprobación de la compañía supervisora.	Se rechaza el lote y se vuelve a revisar en Edición B <sub>rev</sub> (n+1)	Se rechaza el documento con error y se vuelve a revisar a satisfacción. Se editan

Fuente: Pemex

### Los criterios de Selección y acciones a tomar de acuerdo a los errores encontrados.

El supervisor de Ingeniería se encuentra que durante el desarrollo de la Ingeniería se presentan diferentes ediciones y documentos que por su naturaleza, no requieren del mismo esfuerzo. Por otro lado, se requeriría una cantidad muy grande de supervisores para revisar todos los documentos elaborados. Debido a ello, se ha establecido un procedimiento de selección de acuerdo al número (ver tabla 6).

Tabla 6. Criterios de selección de la muestra

Numero de Documentos editados por especialidad (lote) a la fecha programada	Nivel de Revisión				
	5	4	3	2	1
1 y 5	Todos los documentos	1 documento	1 documento	2 documentos	Todos los documentos
6 y 10	Todos los documentos	2 documentos	2 documentos	4 documentos	Todos los documentos
11 y 20	Todos los documentos	4 documentos	4 documentos	6 documentos	Todos los documentos
21 y 30	Todos los documentos	4 documentos	6 documentos	8 documentos	Todos los documentos
31 y 40	Todos los documentos	6 documentos	8 documentos	12 documentos	Todos los documentos
más de 40	Todos los documentos	15% de los documentos	20% de los documentos	30% de los documentos	Todos los documentos

Fuente: Pemex

Se deberá elaborar una programación de producción (programa de trabajo) de documentos de Ingeniería por Disciplina o Especialidad. De no existir esta herramienta, la actividad de Supervisión se vuelve caótica e ineficaz.

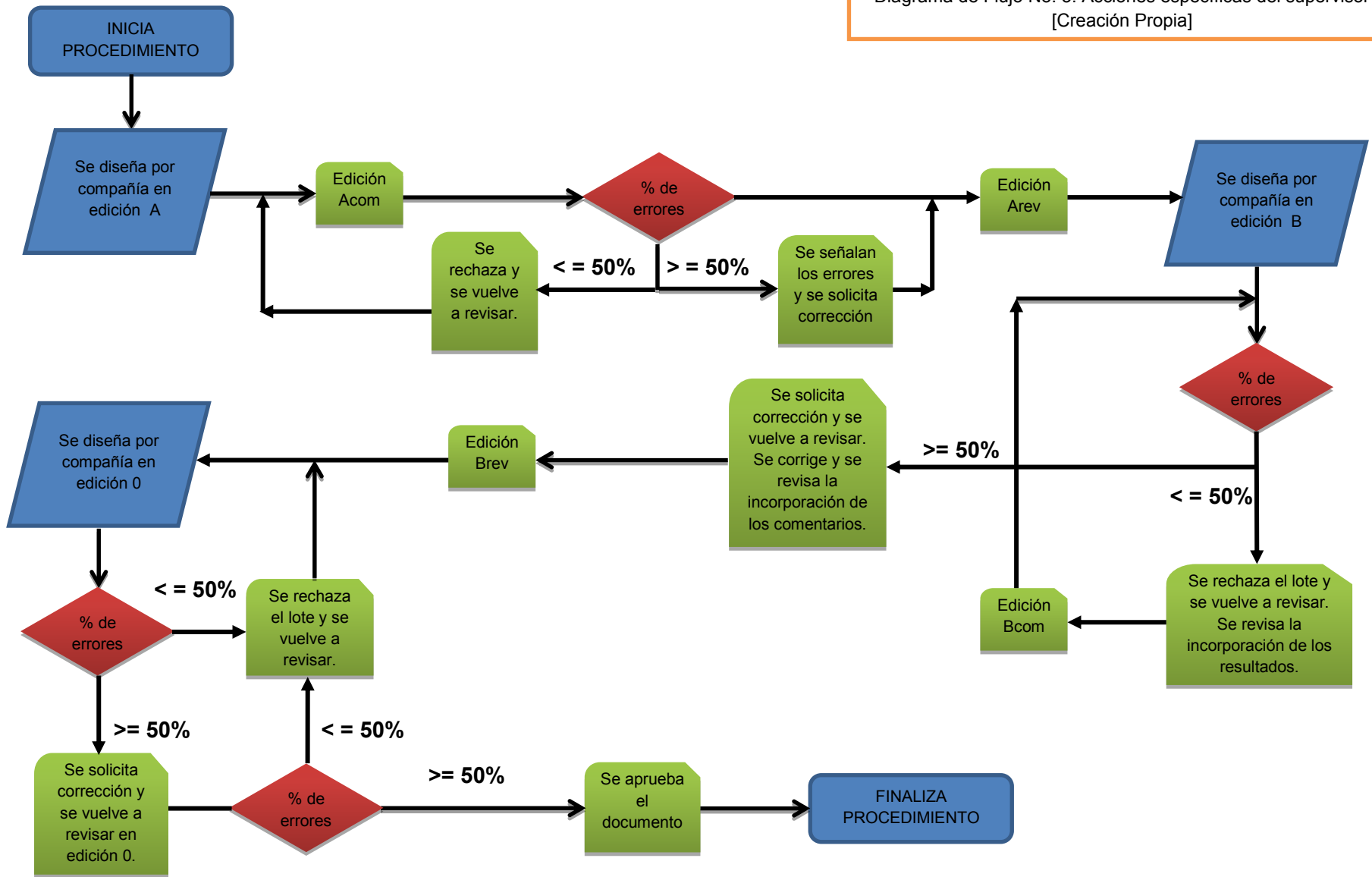
Es muy importante que se establezcan **momentos de revisión** con las compañías de Ingeniería. Estas deben ser con la edición de documentos de forma electrónica ya que podrían revisarse sin la necesidad de desplazarse a diversos lugares y se ahorraría pasos innecesarios y tiempo muy valioso para el desarrollo de los proyectos.

Las acciones que hay que tomar durante el proceso de supervisión del desarrollo de ingeniería de proyectos deben ser de forma sistémica, consistente y homogénea.

- Sistémica: Se refiere a la forma de realizar la supervisión de ingeniería, teniendo en cuenta cada una de sus partes o componentes como un solo.
- Consistente: se refiere a que la supervisión tiene un soporte metodológico y de conocimientos de la ingeniería, de tal manera, que permita al ingeniero especialista tener contenido o sustancia en su labor.
- Homogénea: se refiere a que la labor del supervisor sea realizada de la misma manera para todos los ingenieros especialistas disminuyendo la subjetividad y preferencias particulares.

En el diagrama de flujo No.3 de manera resumida se muestra las acciones específicas para la supervisión de documentos de ingeniería:

Diagrama de Flujo No. 3. Acciones específicas del supervisor  
[Creación Propia]



## 2.4 Documentación del proyecto

El diseño y la ingeniería de un proceso químico requieren la cooperación de muchos grupos especializados. Una cooperación efectiva depende de una comunicación efectiva, y todas las organizaciones de diseños tienen procedimientos formales para el manejo de la información y documentación del proyecto. La documentación del proyecto incluirá:

### 1. Correspondencia general dentro del grupo de diseño y con:

- Departamentos gubernamentales
- Vendedores de equipos
- Personal del lugar
- El cliente

### 2. Hojas de cálculo

- Cálculos de diseño
- Estimación de costes
- Balances de materia y energía

### 3. Dibujos

- Diagramas de flujo
- Diagramas de tubería e instrumentación
- Diagrama de distribución
- Planos del lugar
- Detalles del equipo
- Diagramas de tuberías (isométricos)
- Dibujos arquitectónicos
- Bocetos del diseño

### 4. Hojas de especificación

- La base del diseño
- Especificaciones de las materias primas y de los productos
- Un listado del equipo
- Hojas para el equipo, tales como intercambiadores de calor, bombas, etc.

### 5. Información sobre la salud, la seguridad y el medio ambiente

- Hojas de seguridad de los productos

- Documentación HAZOP (Hazard and Operability Analysis) Análisis de peligros y Operabilidad.
- Evaluaciones de las emisiones y permisos

#### 6. Pedidos de compra

- Presupuestos
- Facturas

Se asignan un número de código a todos los documentos para facilitar las referencias cruzadas, el archivo y la recuperación.

A pesar de los mejores esfuerzos de los ingenieros trabajando en un diseño, casi siempre se comenten errores en los cálculos, (esto es porque las personas tienen diferente perceptibilidad en los resultados; pueden ser que los errores sean accidentales, sistemáticos y de precisión <sup>[11,12]</sup>) y los dibujos de diseño y en la transcripción de los números entre diferentes programas de ordenador o entre los programas de ordenador y otra documentación del proyecto.

Los ingenieros de diseño son responsables normalmente de la calidad de su trabajo, y es una buena idea de desarrollar el hábito de comprobar los cálculos a lo largo del proceso de diseño, se pueden usar frecuentemente balances de materia y de energía rápidos para confirmar que las respuestas son aproximadamente correctas.

En los proyectos industriales, el diseño se comprueba y se revisa también por un ingeniero de diseño, que debe entonces revisar el cálculo, dibujo u hoja de especificaciones para indicar que es satisfactorio. Las planillas usadas para los cálculos y las hojas de especificaciones tienen normalmente un espacio para indicar quien ha revisado y aprobado la validez del diseño <sup>[13]</sup>.

Se hace mención del concepto de chequeo cruzado porque se refiere únicamente al intercambio de documentos entre las especialidades que intervienen en el proyecto. Por ejemplo el de procesos le pasa los DTIS al de instrumentos para que cheque los lazos de control, las válvulas, etc. Por eso el nombre de revisión cruzada.



## **2.5 Matrices de Precedencia que Relacionan los Documentos de Ingeniería.**

Cada documento de ingeniería se supervisa interrelacionándose con otros documentos; estos documentos pueden ser llamados “documentos fuente” y documentos relacionados.

Los documentos fuente son los documentos que dan origen las características, propiedades del proyecto por ejemplo; las bases de diseño son un documento fuente con respecto a las descripción del proceso ya que en ellas describen el tipo de proceso, capacidad, función de la planta, características del proceso entre otros puntos o por ejemplo también las bases de usuario son un documento fuente con respecto a las bases de diseño ya que ellas especifican los requerimientos del cliente para después ser plasmadas en las base de diseño para que posteriormente inicien las etapas de ingeniería.

Los documentos relacionados intervienen en la supervisión ya que en ellos debe encontrarse información consistente y de suma importancia del documento que se esté revisando. Por ejemplo el diagrama de flujo es un documento relacionado con respecto a la descripción del proceso ya que el diagrama no es su origen de la descripción, pero el diagrama de flujo debe de ser consisten con la información de las descripción de proceso como son las condiciones de presión, temperatura, composición tanto para las corrientes de entrada, salida y corrientes intermedias; y demás propiedades que debe de contener un diagrama de flujo.

Los documentos relacionados y los documentos fuente se aplica para cada documento de ingeniería básica y detalle.

El presente trabajo se apoya por matrices de precedencia donde se menciona la información requerida para diseñar el documento de ingeniería básica y detalle con sus respectivos documentos fuente y relacionados. Describiendo la información que contiene los documentos de ingeniería básica y detalle para posteriormente revisarla con los documentos relacionados y documentos fuente.

Cabe aclarar que la supervisión técnica para los documentos de ingeniería básica y detalle se realiza como se mencionan en el apartado 2.3 (Supervisión técnica) de este capítulo.

Las matrices de precedencia se leen de manera sistémica, es decir; se puede iniciar de cualquier punto de información que contiene dicho documento, y seguir la matriz hasta su documento fuente, esto es para supervisar los puntos que uno necesite revisar, verificar y validar, son matrices de correlación de atributos.

Para entender la matriz de precedencia se menciona el significado de las palabras abreviadas que se encuentran dentro de ellas:

1. Bases de Usuario (BU)
2. Diagramas de flujo de proceso (DFP)
3. Descripción del proceso (DP).
4. Diagramas de tubería e instrumentación de proceso (DTI)
5. Balance de materia y energía (B.M.E.)
6. Plano de localización general de equipo (PLG)
7. Hojas de datos de proceso (HDP)
8. Bases de Diseño de Proceso (BDP)
9. Información de Propiedades Físicas y Termodinámicos de corrientes para diseño de equipos de proceso, de servicios, tubería e instrumentos (PFT)
10. Especificaciones de Catalizadores y Agentes Químicos (CAQ)
11. Filosofía de Control del Proceso (FCP)
12. Lista de líneas de proceso (LL)
13. Lista de equipo de proceso (LEP)
14. Sumario de condiciones de las corrientes de proceso y de servicios auxiliares en límites de baterías (SCLB)
15. Sumario de efluentes (SE)
16. Memorias de cálculo de equipos de proceso y de servicios auxiliares (MC)
17. Manual de operación (MO)
18. Requerimientos de servicios auxiliares (RSA)
19. Diagrama de balance de servicios auxiliares (DBSA)
20. Descripción de los servicios auxiliares (DSA)
21. Diagrama de presión, temperatura, materiales de construcción (DPTMC)
22. Diagrama de flujo de: proceso servicios y desfogue (DF)
23. Especificación de tubería (ET)
24. Datos de proceso y propiedades físicas y termodinámicas de corrientes (PFT)

25. Diagrama de circuitos y tuberías para limpieza, pruebas, paros y arranque (Diagrama de líneas de arranque) (DLA)

**El Documento fuente estará dada por una (F)**

**El Documento relacionado estará dado por una (R)**

A continuación se presentan las matrices de precedencia de los siguientes documentos que son los más representativos de la ingeniería de proyectos:

1. Bases de Diseño (ver matriz 1)
2. Descripción del Proceso (ver matriz 2)
3. Filosofía Básica de Operación (ver matriz 3)
4. Diagrama de Flujo de Proceso (ver matriz 4)
5. Balance de Materia y Energía (ver matriz 5)
6. Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso (ver matriz 6)
7. Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares (ver matriz 7)
8. Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrífugas (ver matriz 8)
9. Hoja de Datos de Proceso de Compresores (ver matriz 9)
10. Lista de Líneas de Proceso y Servicios (ver matriz 10)
11. Plano General de Localización de Equipo (ver matriz 11)

<b>Bases de Diseño</b>								
<b>Información Bases de Diseño de Proceso</b>	<b>BDP</b>	<b>BU</b>	<b>B.M.E</b>	<b>DP</b>	<b>HDP</b>	<b>DFP's</b>	<b>DTI's</b>	<b>PLG's</b>
Generalidades	R	F		R				R
Tipo de Proceso	R	F		R				
Descripción del Proceso	R			F				
Capacidad y flexibilidad	R	F	R	R				
Especificación de Insumos, Productos Intermedios, Subproductos y Productos Finales	R	F	R	R				
Especificación del Sistema de Desfogues	F			R	R		R	
Especificación de Agentes Químicos, Catalizadores e Inertes	F			R	R			
Modificación y sustitución a instalaciones existentes de proceso	R	F		R		R	R	R
Levantamientos	R	F		R				R
Desmantelamiento y/o Reubicación de Equipos	F			R		R	R	R
Información esencial de diseño que deberán incluir las hojas de datos y los dibujos	F			R	R			
Requerimientos de Almacenamiento	R	F		R	R	R	R	R

Matriz 1.

<b>Descripción de Procesos</b>							
<b>INFORMACIÓN EN LA DP</b>	<b>DP</b>	<b>BDP</b>	<b>DFP</b>	<b>PFT</b>	<b>CAQ</b>	<b>FCP</b>	<b>PLG</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE PROCESO</b>							
Función	R	F					
Capacidad	R	F					
Principales equipos, etapas y secciones	R	F	R			R	R
Secuencia del flujo del proceso desde el punto de alimentación	R	R	F	R		R	
Descripción de las reacciones químicas y las condiciones necesarias para que se efectúen	R	F		R	R	R	
<b>DESCRIPCIÓN DE FLUJO</b>							
Flexibilidad a cambios de carga	R	F				R	
Relación de recirculación	R	F		R		R	
Proporción entre las corrientes de alimentación exigidas por una reacción	R	F	R	R		R	
Condiciones de operación para evitar riesgos	R	F		R		R	
Aspectos de seguridad propios del proceso	R	F				R	
Requerimientos complementarios y especiales	R	F	R	R		R	
Esquema básico de control	R	F	R			R	
Controles y dispositivos de seguridad fundamentales	R	F	R			R	
<b>CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE EQUIPOS CRÍTICOS Y PRINCIPALES</b>							
Dimensiones, características geométricas	R	F					R
Presión	R	F	R	R			
Temperatura	R	F	R	R			
Clave	R	F	R	R			R

Matriz 2.

<b>Filosofía de Operación</b>						
<b>Información en la FO</b>	<b>FO</b>	<b>BDP</b>	<b>DFP</b>	<b>PFT</b>	<b>DP</b>	<b>FCP</b>
Datos generales	R	F	R	R	R	R
Descripción del proceso	R	R	R		F	R
Descripción del tipo de proceso	R	R	R		F	R
Descripción de flujo	R	R	R		F	R
Información complementaria y notas aclaratorias	R	R	R		F	R
Filosofía de control del proceso	F		R		R	R
Filosofía de operación	F		R		R	R
Situaciones operativas que deben ser comprendidas en la FO	F		R		R	R
Descripción de conceptos para cada situación operativa	F		R		R	R
Información adicional	R	F			R	
Documentos de referencia de la FO	R		F			R

Matriz 3.

<b>Diagrama de Flujo de Proceso</b>						
<b>Información en el DFP</b>	<b>BDP</b>	<b>BME</b>	<b>HDP</b>	<b>LEP</b>	<b>DTI's</b>	<b>PLG's</b>
<b><i>CORRIENTES DE ALIMENTACIÓN</i></b>						
Flujo	F	R				
Presión	F	R				
Temperatura	F	R				
Composición	F	R				
Propiedades Físicas		F				
<b><i>CORRIENTES DE SALIDA</i></b>						
Flujo	R	F				
Presión	F	R				
Temperatura	F	R				
Composición	R	F				
Propiedades Físicas		F				
<b><i>CORRIENTES DE INTERCONEXIÓN</i></b>						
Flujo		F	R			
Presión		F	R			
Temperatura		F	R			
Composición		F	R			
<b>CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO</b>						
Dimensiones, características geométricas			F	R	R	R
Presión			F	R		
Temperatura			F	R		
Calve			F	R	R	R
NUMERACIÓN DE LAS CORRIENTES		F				
ELEMENTOS DE CONTROL					F	

Matriz 4.

<b>Balance de Materia y Energía</b>									
Información en el BME	BME	BDP	DFP	HDP	SCLB	SE	MC	DP	MO
<b><i>CORRIENTES DE ALIMENTACIÓN</i></b>									
Flujo	R	F	R	R	R		R	R	R
Presión	R	F	R	R	R		R	R	R
Temperatura	R	F	R	R	R		R	R	R
Composición	R	F		R			R	R	R
Propiedades Físicas	F			R	R		R	R	
<b><i>CORRIENTES DE SALIDA</i></b>									
Flujo	F		R	R	R	R		R	R
Presión	R	F	R	R	R	R		R	R
Temperatura	R	F	R	R	R	R		R	R
Composición	F	R		R		R		R	
Propiedades Físicas	F	R		R	R	R		R	
<b><i>CORRIENTES DE INTERCONEXIÓN</i></b>									
Flujo	F		R	R			R	R	R
Presión	F		R	R			R	R	R
Temperatura	F		R	R			R	R	R
Composición	F			R			R	R	
Propiedades Físicas	F			R			R	R	

Matriz 5.



<b>Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso</b>								
<b>Información en el DTI</b>	<b>DTI</b>	<b>BDP</b>	<b>DFP</b>	<b>DP</b>	<b>LE</b>	<b>HDP</b>	<b>MC</b>	<b>PLG</b>
Cuadro de identificación del diagrama	R		F					
Secuencia del proceso	R		F	R				R
Datos de equipos en encabezados o pies de plano	R		R	R	R	F		R
Representación de equipo	R		F					
Líneas de entrada y salida de proceso	R		F	R			R	
Equipos de origen y destino para líneas de van o vienen de otro diagrama.	R		F	R			R	
Localización de válvulas de control	R		F	R			R	
Localización de instrumentos en equipos	R	F	R	R			R	
Tipos de instrumentación	R	F	R	R				
Servicio de la tubería	R		F	R			R	
Equipos que se remodelan o desmantelan y nuevos	R		F	R	R	R		R
Líneas que se sustituyen o desmantelan	R		F					
Notas aclaratorias	R	F						

Matriz 6.

<b>Diagrama de Servicios Auxiliares</b>								
<b>Información en el DBSA</b>	<b>DBSA</b>	<b>BDP</b>	<b>BME</b>	<b>LEP</b>	<b>HDP</b>	<b>DTI's</b>	<b>DSA</b>	<b>PLG</b>
Corrientes de alimentación								
Flujo	R	R	F		R		R	
Presión	R	F	R		R		R	
Temperatura	R	F	R		R		R	
Propiedades físicas	R	R	F		R			
Corrientes de retorno								
Flujo	R		F		R		R	
Presión	R	F			R		R	
Temperatura	R	F			R		R	
Propiedades físicas	R		F		R			
Corrientes de interconexión								
Flujo	R		F				R	
Presión	R		F				R	
Temperatura	R		F				R	
Numeración de las corrientes	R		F					
<b>Ampliaciones o modificaciones de plantas, servicios auxiliares, instalaciones de integración o complementarias existentes (revamps)</b>								
<b>Además de cumplir con el contenido técnico de listado arriba, en el DBSA de revamps se señalaran las instalaciones:</b>								
Existentes	R	F		R	R	R	R	R
Nuevas	R	F		R	R	R	R	R
Que se modificaran	R	F		R	R	R	R	R
Que cambiaran de servicio	R	F		R	R	R	R	R
Que quedaran fuera de servicio	R	F		R	R	R	R	R

Matriz 7.

Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrifugas							
Información en el HDBC	HDBC	BDP	DFP	DP	DTI's	BME	PLG
<b>Datos Generales</b>							
Clave del equipo	R		F	R	R	R	R
Nombre de la planta	R	F	R	R	R	R	R
Localización	R	F	R	R	R		R
Servicio	R	R	F	R	R		
Cantidad de equipos	R	F	R	R	R		R
Número de equipos de relevo	R	F	R	R	R		R
Tipo de accionador	R	F		R	R		
Selección de tipo de bomba	R	F	R	R	R		
<b>Condiciones de Operación</b>							
Identificación del liquido	R			R		F	
Indicación de corrosión	R	F					
Indicación de erosión	R	F					
Indicación de toxicidad	R	F					
Temperatura de bombeo	R			R		F	
Viscosidad	R					F	
Densidad relativa	R					F	
Presión de vapor	R					F	
NPSH disponible	F						
Flujo mínimo, normal y de diseño	R	F					
Presión de succión	R					F	
Presión de descarga	R					F	
Presión diferencial	F						
Potencia hidráulica	F						
Condiciones de los servicios	R	F					
Indicación de pruebas e inspección	F						

Matriz 8.

<b>Hoja de Datos de Proceso de Compresores</b>							
<b>Información en el HDC</b>	<b>HDBC</b>	<b>BDP</b>	<b>DFP</b>	<b>DP</b>	<b>DTI's</b>	<b>BME</b>	<b>PLG</b>
Clave del equipo	R		F	R	R		R
Nombre de la planta	R	F	R	R	R	R	R
Localización	R	F	R	R	R	R	R
Proyecto	R	F	R	R	R	R	R
Servicio	R	R	F	R	R		
Clave de equipo	R	F	R	R	R		R
Tipo	R	F	R	R	R		R
Número de unidades	R	F	R	R	R		R
Flujo y peso molecular	R					F	
Condiciones de succión	R		R	R		F	
Condiciones de descarga	R		R	R		F	
Condiciones de los servicios	R	F		R			
Composición del gas	R	F				R	

Matriz 9.

Lista de Líneas de Proceso							
Información en el LL	LEP	BME	DPTMC	DF	DTI	BDP	ET
<b>Identificación de la línea</b>							
Diámetro					F		
Tipo de fluido		R			F		
Numero secuencial					F		
Especificación de tuberías			R		R		F
<b>Aislamiento</b>							
Tipo de aislamiento					F		
Espesor					F		
Tipo de trazado					F		
<b>Localización de la línea</b>							
Numero de DTI					F		
Origen	R			R	F	R	
Destino	R			R	F	R	
<b>Condiciones de operación y diseño</b>							
Presión de operación	R	F		R	R	R	
Temperatura de operación	R	F		R	R	R	
Presión de diseño			R		R	F	
Temperatura de diseño			R		R	F	
Fase del fluido		F				R	

Matriz 10.

Plano de Localización General de Equipos de Proceso							
Información en el PLG	PLG	BDP	LEP	HP	DFP	DTI	DP
<b>Datos generales</b>							
Nombre del organismo subsidiario, firma de ingeniería, empresa quien hace la ingeniería.	R	F	R	R	R	R	R
Nombre del proyecto	R	F	R	R	R	R	R
Número del proyecto	R	F	R	R	R	R	R
Nombre de la planta o instalación del proyecto	R	F	R	R	R	R	R
Localización	R	F	R	R	R	R	R
Unidad de proceso	R	F	R	R	R	R	R
Número de revisión del PLG	R	F	R	R	R	R	R
<b>Contenido técnico</b>							
Localización y geometría de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.	F	R					R
Nombre de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.	R	F	R	R	R	R	R
Ubicación de los equipos de proceso en cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.	R	F	R	R	R	R	R
Nombre y clave de los equipos mostrados.	R		F	R	R	R	R
Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de los equipos mostrados.	R	R	F	R	R	R	R

Matriz 11.

<b>Plano de Localización General de Equipos de Proceso (Continuación)</b>							
Dimensiones preliminares de los equipos mostrados.	R		R	F		R	
Localización de los equipos de proceso mostrando espacios requeridos para operación y mantenimiento, niveles de piso terminado y de operación, ubicación y dimensiones preliminares de edificios relacionados con equipos de proceso, soportes (racks) de tuberías, accesos para montaje y suministro, espacios para circulación y demás instalaciones principales relacionadas.	F	R					R
Distribución y separación de las instalaciones desarrolladas con base en las distancias que indica la norma de referencia NRF-010-PEMEX-vigente.	F						
Niveles generales de áreas o plataformas del proyecto.	F						
Croquis de localización.	F						
Orientación geográfica mostrando el norte geográfico y el de construcción.	F						
Dirección de vientos reinantes, referidos al norte de construcción.	R	F					
Simbología convencional de PEMEX.	R	F					
Cuadro de conformidad y autorización de los responsables de supervisión de ingeniería.	F						
<b>Ampliaciones o modificaciones de plantas, servicios auxiliares, instalaciones de integración o complementarias existentes (revamps).</b>							
<b>Además de cumplir con los datos generales y el contenido técnico listados arriba, en el PLG de revamps se mostrarán:</b>							
Las instalaciones y equipos de proceso existentes.	R	R	R	R	F	R	R

<b>Plano de Localización General de Equipos de Proceso (Continuación)</b>							
Los equipos nuevos.	R	R	R	R	F	R	R
Los equipos que se modificarán.	R	R	R	R	F	R	R
Los equipos que quedaran fuera de servicio.	R	R	R	R	F	R	R
Los equipos que cambiaran de servicio.	R	R	R	R	F	R	R
Pantallas o sombreados que diferencien gráficamente los equipos existentes, nuevos, que se modificarán, que cambiarán de servicio y que quedarán fuera de servicio.	R	R	R	R	F	R	R
Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de todos los equipos de proceso que conforman la planta, indicando los existentes, los nuevos, los que se modificarán, los que cambiarán de servicio y los que quedarán fuera de servicio.	R	R	R	R	F	R	R



## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA DE SUPERVISIÓN DE ALGUNOS DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA QUE INTEGRAN UN PROYECTO

Los entregables son una larga lista de documentos de ingeniería básica y detalle que debe de tener un proyecto. <sup>[11, 14]</sup> En este trabajo solo y a manera de ejemplo se enlistan algunos de los más representativos y que van direccionados a la industria del petróleo:

12. Bases de Diseño
13. Descripción del Proceso
14. Filosofía Básica de Operación
15. Diagrama de Flujo de Proceso
16. Balance de Materia y Energía
17. Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso
18. Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares
19. Hojas de Datos de Equipo de Proceso
20. Lista de Líneas de Proceso y Servicios
21. Plano General de Localización de Equipo

Como se mencionó en el capítulo anterior, el diseño de la ingeniería de un proceso químico requiere la cooperación de muchos grupos especializados. Una cooperación efectiva depende de una buena comunicación, y todas las organizaciones de diseños tienen procedimientos formales para el manejo de la información y documentación del proyecto <sup>[13]</sup>; esto es para evitar que el documento contenga una gran cantidad de errores técnicos y de forma

En cuanto a los errores de forma el supervisor debe de revisar la siguiente información de todos los entregables listados en la parte superior de este capítulo y de los demás documentos que contiene el libro de ingeniería esto es para evitar tener errores de este tipo y obtener un proyecto homogéneo y consistente; de acuerdo a lo siguiente:

#### **I. Datos generales.**

- Logotipo de la compañía e identificación de la empresa, firma de ingeniería, etc al que corresponde el proyecto.

- Datos generales
  - Cliente
  - Numero de proyecto
  - Nombre del proyecto
  - Identificación del documento
- Número de revisión
- Nombre del entregable
- Identificación de la planta o instalación y lugar geográfico donde se construirá la unidad.
- Identificación de la compañía responsable del diseño
- Recuadro para revisiones, fechas y firmas:
  - Numero de revisión y fecha
  - Especialista autor del documento (elaboró)
  - Supervisión de la empresa responsable del diseño (revisó)
  - Supervisión (solo aplica en actividades de diseño) (verificó)
  - Jefe de proyecto especialista supervisor (aprobó)
- Cuadro de cambios realizados en cada revisión

**II. Revisiones.** En caso de que algún entregable de ingeniería tenga que actualizarse y/o complementarse, deben indicarse los cambios que se le efectúen, el número de revisión y la fecha de emisión:

- Con letras, las versiones previas a la “aprobada para diseño” (APD) o “aprobada para construcción” (APC), según corresponda a ingeniería básica o básica extendida y de detalle respectivamente.
- Con números, iniciando de “0” (cero), desde la primer revisión que sea APD o APC y las sucesivas.

Para tener evidencia del resultado de la revisión de los entregables, los especialistas de ingeniería deben llenar su correspondiente lista de verificación. La lista de verificación se muestra en cada subtema donde se desarrolla cada uno de los documentos más representativos de la ingeniería de proyectos de la industria del petróleo.

Cada hoja de la lista de verificación debe ser firmada por los especialistas de la coordinación de ingeniería asignados a la supervisión técnica, así como del coordinador de ingeniería y jefe del proyecto.

Cuando se reporten comentarios de la lista de verificación, los especialistas asignados por la coordinación de ingeniería para la supervisión técnica deben verificar que el documento afectado sea corregido para que cumpla con los requerimientos del proyecto.

A continuación en los siguientes subtemas se desarrollará cada uno de los documentos antes mencionados.

### **3.1 Supervisión Técnica de las Bases de Diseño de Proceso (BDP)**

Las bases de diseño son un conjunto de información que genera la ingeniería de procesos, describen definitivamente la descripción de la planta, descripción del proceso de fabricación, datos de la planta, etc.; por lo que es importante supervisar el documento ya que en él se describe la necesidad del cliente; las bases de diseño se deben definir de forma clara antes de que se pueda empezar el diseño. Si el cliente realiza el diseño entonces se debe *revisar* las bases de diseño con el cliente al comienzo del proyecto <sup>[11]</sup>.

La supervisión de este documento se realiza revisando, verificando los siguientes puntos que se enlistarán a continuación, para que posteriormente puedan ser validados por el supervisor de ingeniería, coordinador de ingeniería y jefe de proyecto:

#### **1. Generalidades del Proyecto**

De las generalidades se supervisa lo siguiente:

- III. **La Introducción.** Revisar el Número y nombre oficial del proyecto, nombre del complejo procesador o refinería donde se ubicara la nueva instalación o a la cual estará conectada (para proyectos de: terminales de almacenamiento de hidrocarburos), o ubicación de la instalación (nueva o a remodelar). En caso de proyectos de ductos, revisar el origen y el destino del mismo así como su trayectoria.
- IV. **El objetivo de las bases de diseño de proceso.** Es indispensable revisar el propósito de este documento en relación con la etapa de ingeniería a desarrollar

- V. **Antecedentes** donde se explique la necesidad del nuevo proceso o de la modificación al existente (remodelación, reubicación, ampliación, etc.)
- VI. **Ubicación** del complejo procesador; así como la figura que se tiene que mostrar en las bases de diseño del plano de localización ya que el plano indica las áreas de las plantas involucradas.
- VII. **Estudios.** En caso de haberse realizado estudios como parte del proyecto, que estén relacionados con el proceso y que sean relevantes para el diseño de ingeniería, referirlos e indicar donde se pueden consultar para ser verificados y ser tomados como base para la construcción de la nueva instalación o de su ampliación, modificación u optimización (según sea el caso).
- VIII. **Alcances y Requerimientos generales.** En este punto se mencionan los alcances de ingeniería de detalle que el contratista debe de realizar y supervisar. Posterior a las generalidades se supervisa la localización geográfica y las condiciones del sitio (considerando información específica para el proyecto) esto es:

- **Localidad:** complejo industrial, estado y municipio.
- **Coordenadas geográficas:** latitud, longitud y altitud.

La ubicación para el sitio (aplica para proyectos de integración): se revisa el Plano de Localización General que esta anexado del sitio, incluyendo el área considerada para la planta a diseñar, así como las instalaciones de proceso o auxiliares con las que se interconectará la futura instalación, los racks, cabezales de desfogue y drenajes de interconexión y la ubicación de las instalaciones existentes que se utilizaran en el proyecto.

- **Datos meteorológicos** (estos datos son para la seguridad de la planta de proceso): como es la temperatura ambiente, humedad relativa y la precipitación pluvial. Este punto es importante supervisar en la ingeniería porque influye profundamente en el dimensionamiento de equipos, drenaje, tubería para así garantizar la vida útil de lo antes mencionado.

## 2. **Bases de Diseño del Proceso**

De este punto se supervisa lo siguiente:

- I. **Tipo de planta:** Se supervisa respecto a la descripción del proceso; como por ejemplo puede ser una planta catalítica, planta endulzadora de hidrocarburos, planta fraccionadora de hidrocarburos, recuperadora de azufre, planta de hidrogeno, etc.
- II. **Función de la planta o instalación:** Se supervisa respecto a la descripción del proceso de manera somera la función que debe tener la instalación a diseñar, haciendo referencia a las materias primas que alimentarán a la planta y a los productos que se obtendrán. En el caso de procesos sujetos a licenciamientos, revisar la tecnología propietaria en la que se basara el diseño. En el caso de instalaciones que no involucren transformación de materias primas en productos, revisar las características funcionales requeridas de la instalación.
- III. **Capacidad y flexibilidad de la planta:** Se supervisa respecto a las bases de usuario, al balance de materia y energía y con la descripción del proceso: En el caso de instalaciones que no involucren transformación de materias primas en productos, la capacidad se expresa en unidades que dependerán de la naturaleza funcional de la instalación.
- IV. **Capacidad nominal:** de acuerdo a la naturaleza del proceso, en términos del flujo de la materia o productos principales que deberán procesar u obtener la instalación. En el caso de materias primas secundarias y/o subproductos, los flujos normalmente quedan para definirse del diseñador.
- V. **Capacidad normal, máxima y mínima de diseño.** La flexibilidad se define normalmente estableciendo rangos en la especificación de los productos. Se revisa la flexibilidad para la previsión de posibles fallas, normalmente implica el considerar servicios alternos, equipos de relevo o previsiones para un paro ordenado. Para esto el supervisor tiene que considerar la falla de carga (puede implicar uso de cargar alternas o instalaciones de almacenamiento); falla de energía eléctrica. (Puede implicar equipos con acondicionamiento eléctrico y relevo con turbina de vapor; también consideraciones de enfriamiento con agua como relevo de enfriadores con aire); falla de vapor. (Puede implicar equipos con accionamiento de vapor y relevo con motores eléctricos; también consideraciones de equipo de calentamiento a fuego directo como relevo de calentadores de vapor); falla de aire de instrumentos. (Puede implicar instalaciones para el suministro de aire con sistemas paquete dentro de límites de batería); falla de agua de enfriamiento (puede implicar enfriadores con agua y equipos de

enfriamiento con aire de relevo); flexibilidad relativa a modos de operación diferentes de la planta diseñar. Revisar el factor de servicio si la operación de la planta es continua o discontinua.

**VI. Prevención de ampliaciones futuras.** Ya que se puede representar consideraciones en el área y espacios para instalaciones de equipos futuros, e inclusive preparaciones para su interconexión.

**VII. Caracterización de las corrientes de alimentación a la planta o instalación:** Los valores relativos a la caracterización de las cargas pueden proporcionar como mínimos, máximos o típicos para el diseño.

El supervisor revisa la caracterización de las cargas, esto normalmente implica:

- Revisar la **composición**
- Revisar el contenido de posibles **contaminantes** que pudieran afectar el desempeño del proceso, particularmente en los catalizadores u otros materiales usados en el proceso.
- Revisar las **propiedades físicas o químicas** relevantes, como densidad, viscosidad, corrosividad, etc.

**VIII. Especificaciones de insumos, productos intermedios, subproductos y productos finales. Como mínimo debe revisarse lo siguiente:**

- **Las especificaciones de insumos:** revisar el número y tipo de corriente que se alimentan en límites de batería de la instalación del proyecto (planta de procesamiento, terminal de almacenamiento, ducto). Revisar cada corriente de alimentación, datos de:
  - Flujo, presión, temperatura.
  - Características físico-químico.
  - Composición de la corriente incluyendo también los posibles contaminantes.
- **Las especificaciones de productos intermedios:** en casos de que por las reacciones químicas, físicas y/o fisicoquímicas intermedias que se llevan a cabo a lo largo del proceso, se formen productos intermedios, revisar lo siguiente:
  - Tipo de producto y su utilidad para el proceso. En caso de no ser útiles, revisar la indicación del procedimiento para su deshecho y

proporcionar sus características físicas, químicas y físico químicas relevantes.

- En caso de que el producto intermedio sea necesario, revisar las características fisicoquímicas que deben controlarse para mantenerlo en condiciones estables de operación.
- Cuando el producto intermedio sea un producto temporal del proceso y solo se forme para transformarse inmediatamente en un subproducto o el producto final y su presencia no ocasione el requerimiento de algún control especial o importante solo se revisará si este punto está identificado en la descripción del proceso.

• **Las especificaciones de subproductos:** en casos de que durante el proceso que tenga subproductos, revisar lo siguiente:

- Tipo y cantidad de los mismos
- Propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas.
- Recomendaciones para su control, manejo y disposición (punto de entrega en límite de batería)

• **Las especificaciones de productos:** revisar el número y tipo de corrientes que se tendrán como productos en límite de baterías de la instalación del proyecto. Revisar cada corriente de productos los siguientes datos:

- Flujo, presión, temperatura.
- Características físico-químico.
- Composición de la corriente incluyendo también los posibles contaminantes.
- Recomendaciones para su control, manejo y disposición (punto de entrega en límite de batería)

**IX. Requerimientos de agentes químicos y catalizadores:** Se supervisa con respecto a la descripción de proceso y las hojas de datos: Dependiendo de la naturaleza del proceso que se utilizará en el diseño, puede existir el requerimiento de catalizadores y/o reactivos químicos como solvente, aditivos, agentes sulfhidratantes, anticorrosivos, desincrustantes, etc. En las bases de diseño a veces se señalan estos requerimientos de manera cualitativa, sin indicar cantidades, que serán resultado del diseño. Además de las características

relevantes de los catalizadores y/o químicos se hace referencia al carácter propietario de los mismos.

**X. Condiciones en límite de batería.** En el caso de procedencia o destinos alternos, se especifica las condiciones de cada caso, la proporción y/o la frecuencia. Este punto se supervisa con respecto a la descripción del proceso, con el balance de materia y energía y con respecto al documento fuente bases de usuario. De este punto se revisan las:

- **Corrientes de alimentación:** Se supervisa para cada una de las corrientes de alimentación de la planta, su procedencia, estado físico, presión temperatura y forma de recibo.
- **Corrientes de salida:** Se supervisa para cada una de las corrientes de salida de la planta, su destino, estado físico, presión temperatura y forma de envío.

**XI. Condiciones y características auxiliares** como son las condiciones de presión y temperatura de recepción y/o retorno de los servicios. Y las características relevantes de los servicios disponibles.

Algunos de los servicios auxiliares pueden ser los siguientes:

- Agua
- Gas combustible
- Combustóleo
- Aceite de Calentamiento
- Nitrógeno
- Aire

**XII. Tratamiento de efluentes.** En este punto se requiere revisar el alcance a considerar en la ingeniería para el tratamiento de efluentes que fuera necesario. El tratamiento de efluentes se da en las emisiones gaseosas, emisiones líquidas, residuos sólidos

**XIII. Facilidades de almacenamiento y las facilidades de recepción y envío;** este punto es importante para el diseño de la ingeniería básica. Los tanques de almacenamiento pueden ser:

- Tanques / esferas / salchichas para almacenamiento, de estas formas de almacenamiento se supervisa el contenido de la tabla 7:



Tabla 7. Facilidades de almacenamiento

Producto a almacenar	Tipo de recipiente	Número de recipientes	Capacidad	Unidades	Presión	Temperatura
Producto 1						
Producto 2						
-----						
Producto n						

Fuente: Pemex

- Para las facilidades de recepción y envío se supervisa el contenido de la tabla 8:

Tabla 8. Facilidades de recepción y envío

Producto a recibir / enviar	Tipo de facilidad	No de cargas / descargas simultaneas	Flujo	Unidades	Presión de recepción / envío	Temperatura de recepción / envío
Producto 1						
Producto 2						
-----						
Producto n						

Fuente: Pemex

**XIV. Sistema de desfogue.** Se revisa lo siguiente en el caso de que este como parte del alcance del proyecto en el diseño del sistema de desfogue:

- Posibles causas de desfogue
- Características de los cabezales de desfogue existentes (para proyectos de integración) de este punto se supervisa el contenido de la tabla 9.
- Características de los quemadores existentes.
- Tipos de quemadores requeridos

**XV. Criterios de diseño** se usan o se toman en cuenta en el diseño del proceso o en el diseño de equipos de proceso.

Los puntos mencionados anteriormente de las bases de diseño de procesos debe de ser congruente con las bases de usuario, el paquete tecnológico y el cuestionario de diseño, también debe de estar asociado al Alcance Definitivo del proyecto; el alcance definitivo del proyecto es actualizado por un supervisor según el desarrollo que tenga la ingeniería a lo largo del proyecto y hasta la elaboración de la Ingeniería de Detalle posterior a la procura. La supervisión de estas bases de diseño aplica para el desarrollo de proyectos enfocados a la industria del petróleo. <sup>[13]</sup>

El supervisor debe de cerciorarse que la información contenida en las bases de diseño de proceso debe ser consistente con la fase de ingeniería que se está desarrollando en el momento, así como con el tipo de proyecto en ejecución.

Durante el desarrollo de la ingeniería básica del proyecto el supervisor (puede ser un licenciador o contratista) debe hacer estudios de campo o de levantamientos, si obtiene datos reales y estos difieren con los proporcionados en las bases de usuario, tales diferencias deberán ser conciliadas entre el área usuario (licenciador, contratista, u otro) y la compañía encargada de elaborar las bases de diseño del proyecto, derivando esto último en que en las bases de diseño del proceso, se describan los datos conciliados y acordados por ambas partes <sup>[15]</sup>.

El supervisor deberá adaptar las bases de diseño a las características propias de cada proyecto; además de que debe tomar en cuenta las bases de usuario y consensuarse con el responsable del diseño <sup>[11]</sup>.

### **3.2 Supervisión Técnica de la Descripción del Proceso**

La Descripción de Proceso es un documento que contiene de forma detallada y ordenada el proceso, su función, las operaciones unitarias que participan, condiciones de flujo, presión y temperatura que se establecen durante la operación de la planta <sup>[16]</sup>. Su supervisión es de gran importancia porque describe en forma resumida todo el proceso, mostrando todas las operaciones unitarias principales, además de que este documento se utiliza en conjunto con el diagrama de flujo y las hojas de datos de los equipos de proceso. El contenido de la descripción del proceso puede estar dividido por secciones o por operaciones unitarias principales.

El supervisor debe de revisar, verificar y validar la siguiente información en conjunto con las bases de diseño y con sus documento relacionados como puede ser el

diagrama de flujo, hojas de datos de proceso, (ver matriz de presencia no. 2 que se muestra en el capítulo anterior).

- I. **La descripción del proceso:** Se revisa las características sobresalientes de la tecnología, su función, capacidad, reacciones químicas y condiciones necesarias para que se efectúen, las operaciones de separación y purificación de los productos en las diferentes secciones de la planta, incluye los aspectos de instrumentación y control que se deben implementar para la operación segura del proceso, acordes con la filosofía de operación.
- II. **La descripción del flujo:** Se revisa la secuencia del flujo del proceso a través de la planta o instalación, desde el punto de alimentación, haciendo referencia a los diagramas de flujo de proceso, mencionando la función de cada uno de los equipos que procesan la carga, y las condiciones de presión y temperatura en los mismos que se deben vigilar para que se efectúen las reacciones o las operaciones que se deben realizar en ellos.
- III. **Flexibilidad a cambios en la carga.**
- IV. **Relación de recirculación.**
- V. **Proporción entre las corrientes de alimentación exigidas por una reacción.**
- VI. **Condiciones de operación para evitar riesgos.**
- VII. **Aspectos de seguridad propios del proceso:** Requisitos, sistemas, controles y dispositivos de seguridad fundamentales acordes con la filosofía de operación.
- VIII. **Especificaciones y condiciones termo-físicas de las corrientes internas y a límites de batería.**
- IX. **Especificaciones y consumos de catalizadores y agentes químicos.**
- X. **Caracterización física y química de efluentes, cuantificación y condiciones termo-físicas a límites de batería.**
- XI. **Requisitos y esquemas básicos de instrumentación y control.**
- XII. **Características relevantes, claves y nombres de los equipos críticos y principales.**
- XIII. **Sistemas de desfogue.**
- XIV. **Acciones que se deberán ejecutar durante el arranque y paro programado o de emergencia**
- XV. **Almacenamiento y manejo de alimentaciones, productos intermedios, productos finales, catalizadores y agentes químicos**

El supervisor debe de leer, revisar y tomar en cuenta lo siguiente del diagrama de flujo para su supervisión:

**XVI. Notas aclaratorias.** Las notas aclaratorias facilitan el conocimiento del proceso en las fases de diseño, ingeniería, construcción y operación. Las notas aclaratorias pueden consistir, entre otras, en:

- Aclaraciones relativas a origen y destino de corrientes
- Aclaraciones del propósito de corrientes auxiliares
- Identificación de equipos que tienen una función relevante en cada sección del proceso
- Corrientes normalmente sin flujo
- Corrientes usadas solo para arranque
- Identificación de condiciones para inicio y final de corrida
- Llamados a revisar otros documentos de ingeniería
- Información de carácter preliminar sujeta a confirmación
- Instalaciones, elementos y requerimientos complementarios y especiales
- Consideraciones especiales que deban observarse en el desarrollo de la ingeniería de detalle de las instalaciones del proceso

A continuación se muestra la lista de verificación No. 2 de la Descripción de Proceso que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				clave:			
					Revision:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Descripción de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
	Descripción del tipo de proceso							
1	Función							
2	Capacidad							
3	Principales equipos, etapas y secciones							
4	Secuencia del flujo del proceso desde el punto de alimentación							
5	Descripción de las reacciones químicas y las condiciones necesarias para que se efectúen							
	Descripción de flujo							
6	Flexibilidad a cambios de carga							
7	Relación de recirculación							
8	Proporción entre las corrientes de alimentación exigidas por una reacción							
9	Condiciones de operación para evitar riesgos							
10	Aspectos de seguridad propios del proceso							
11	Requerimientos complementarios y especiales							
12	Esquema básico de control							
13	Controles y dispositivos de seguridad fundamentales							
	Características relevantes de equipos críticos y principales							
14	Dimensiones, características geométricas							
15	Presión							
16	Temperatura							
17	Clave							
No.	Comentarios							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 2. Lista de verificación de la Descripción de Proceso.

### **3.3 Supervisión Técnica de la Filosofía de Operación**

La Filosofía de Operación describe los lineamientos de proceso y control aplicables para los preparativos de arranque, operación normal, paro normal, paro de emergencia y procedimientos operativos especiales de una planta, y se complementa con la información esencial necesaria para clarificar su funcionamiento. La filosofía de operación se estructura de manera que presente un orden lógico en la exposición de los conceptos, a fin de que el supervisor, y cualquier persona que esté involucrado en el proyecto tenga un claro entendimiento de cómo deben funcionar y estar configuradas y controladas las secciones y los equipos de la planta y como se interrelacionan durante su operación.

La filosofía de operación es una guía para el diseño del proceso y de la instrumentación y control de la planta y para el personal de operación. Debe cubrir cada paso a seguir en la operación rutinaria de la unidad y abarcar las contingencias o emergencias posibles; por lo que es de gran necesidad e importancia la supervisión de este documento.

Es importante la supervisión de la filosofía de operación porque explica la secuencia de procesamiento y la lógica de control que sustentan el modo operación y la funcionalidad segura de una planta, de acuerdo con los requerimientos del proceso y según lo establecido en las Bases de Diseño de Proceso.

El supervisor debe de tomar en cuenta que la información que contiene la filosofía de operación y su aplicación depende de la naturaleza y la secuencia del proceso, y es función de las condiciones de operación y de la filosofía de control del mismo, así como de los servicios auxiliares requeridos conforme las Bases de Diseño del proyecto; también, si es el caso, se considera los catalizadores y agentes químicos que se utilicen. También el supervisor debe contemplar los diversos escenarios de operación que eventualmente pudieran presentarse por las posibles variaciones de la carga o por circunstancias particulares determinados por el propio proceso.

La supervisión técnica la realiza el especialista para asegurar la calidad de la ingeniería generada por terceros (firmas de ingeniería, contratistas, etc).

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente de la filosofía de operación:

- I.** Que concuerde con lo indicado a las Bases de Diseño de Proceso, Diagramas de Flujo de Proceso, propiedades físicas y termodinámicas de corrientes, Descripción del Proceso y Filosofía de Control del Proceso.
- II.** Que explique la secuencia de procesamiento y la lógica de control que sustenta el modo de operación y la funcionalidad seguras de una planta, de acuerdo con los requerimientos del proceso y según lo establecido en las bases de diseño del proceso.
- III.** Que describa los lineamientos del proceso y control aplicables para los preparativos de arranque, operación normal, paro normal, paro de emergencia y procedimientos operativos especiales de la planta y que se complemente con la información esencial necesaria para clarificar su operación. Para este punto el supervisor contempla los siguientes aspectos que se mencionan a continuación:
- IV.** Aspectos técnicos del proceso relevantes a considerar
- V.** Secciones y equipos que intervienen, su configuración y funcionamiento, y como se interrelacionan durante su operación
- VI.** Valores de las condiciones de operación (temperatura, presión nivel, flujo, relación entre el flujo de las corrientes) que deben observarse en cada una de las situaciones operativas mencionadas en el inciso anterior y/o los rangos aceptables para la operación óptima de los equipos de cada sección de la planta. Debe supervisar también cual sería el efecto en la operación de no cumplir con estos valores y los valores de las variables a los que se debe alarmar para prevenir cualquier situación de riesgo.
- VII.** Procedimientos operativos de proceso a seguir
- VIII.** Elementos clave de control
- IX.** Modos de detención y control de problemas operativos
- X.** Acciones preventivas y correctivas que deben implementarse
- XI.** Servicios auxiliares requeridos y sus condiciones de utilización
- XII.** Consideraciones esenciales de seguridad que deben ser atendidas
- XIII.** Este estructurada de manera que presenta continuidad lógica en la exposición de los conceptos técnicos a considerar y los procedimientos operativos aplicables, a fin de tener un claro entendimiento de cómo funcionan y están configuradas y controladas las secciones y los equipos de la planta y como se interrelacionan durante su operación.

**XIV.** Contemplar los diversos escenarios de operación que eventualmente pudieran presentarse por las posibles variaciones de la carga o por circunstancias particulares determinadas por el propio proceso.

A continuación se muestra la lista de verificación de la Filosofía de Operación No. 3 que debe de llenar el especialista de ingeniería.



LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Filosofía de Operación			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>A Datos generales</b>								
1	Identificación del Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto, firma de ingeniería o de la empresa quien va generar la filosofía de operación.							
2	Identificación del centro de trabajo y/o lugar geográfico donde se construirá la unidad							
3	Número y nombre del proyecto y/o instalación							
4	Identificación de la planta o instalación							
5	Nombre del entregable (Filosofía de Operación del proceso)							
6	Identificación de la entidad responsable del diseño							
7	Número del proyecto de la entidad responsable del diseño							
8	Número de documento							
9	Número de revisión y fecha							
10	Especialista autor del documento (elaboró)							
11	Supervisor de la entidad responsable del diseño (revisó)							
12	Especialista supervisor quien aprueba							
13	Cuadro de cambios realizados en cada revisión							
<b>B Descripción del Proceso</b>								
1	Descripción del tipo de proceso							
2	Descripción del flujo							
3	que hay que atender para una buena operación, tales como:							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 3. Lista de verificación de la filosofía de operación del proceso.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Filosofía de Operación			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>B</b>	<b>Descripción del Proceso (Continuación)</b>							
3.1	Flexibilidad a cambios en la carga							
3.2	Relación de recirculación de alguno de los reactantes							
3.3	Proporción entre las corrientes de alimentación a un reactor.							
3.4	Condiciones de operación							
3.5	Aspectos de seguridad propios del proceso							
3.6	Instalaciones, elementos y requerimientos suplementarios y especiales							
4	Información complementaria y notas aclaratorias							
<b>C</b>	<b>Filosofía de Operación</b>							
1	Explicación de la secuencia de procesamiento y la lógica de operación de una planta, de acuerdo con los requerimientos del proceso y según los establecido en las bases de diseño de proceso. Debe cubrir cada paso a seguir en la operación rutinaria de la unidad y abarcar las contingencias o emergencias posibles.							
2	Indica el valor de las variables (temperatura, presión, nivel, flujo, relación entre el flujo de las corrientes) que se deben mantener y/o los rangos aceptables para la operación óptima de los equipos de cada sección de la planta.							
3	Contempla los diversos escenarios de operación que eventualmente pudieran presentarse por las posibles variaciones de la carga o por circunstancias particulares determinadas por el propio proceso.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 3. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto	Especialidad:	
		Clave:	
		Revisión:	
		Fecha:	
		No. de hoja:	

LISTA DE VERIFICACIÓN

Proyecto (Número, Descripción)		Filosofía de Operación			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)		Revisión:		Fecha:	

No.	Concepto a verificar	Sí	No	NA	Com
-----	----------------------	----	----	----	-----

<b>C</b>	<b>Filosofía de Operación (continuación)</b>				
----------	--	--	--	--	--

5.9	Información básica complementaria para clarificar la operación de la planta en la situación operativa específica que se trate.				
5.10	Consideraciones esenciales de seguridad que deben ser atendidas				

<b>D</b>	<b>Información Adicional</b>				
----------	------------------------------	--	--	--	--

1	Catalizadores, aditivos y agentes químicos				
1.2	Función que cumplen en el proceso				
1.3	Requerimientos y condiciones de incorporación al proceso				

<b>E</b>	<b>Filosofía de control del proceso</b>				
----------	---	--	--	--	--

1	Explica el modo en que se debe controlar el proceso y, cuando es el caso, los enclavamientos (interlocks); estas descripciones se deben referir a las operaciones de arranque, paro normal y de emergencia de la planta.				
---	--	--	--	--	--

<b>E</b>	<b>Documentos de referencia en la Filosofía de operación</b>				
----------	--	--	--	--	--

1	Se incluye la lista de Diagramas de Flujo de proceso que correspondan a la filosofía de Operación				
---	---	--	--	--	--


	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
--	-----	--------	-----	-----------	-----	-----------	------	------------

Notas:	
--------	--

1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.
2	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.

Lista 3. Continuación

### 3.4 Supervisión Técnica del Diagrama de Flujo de Proceso

El Diagrama de Flujo de Proceso es una representación gráfica de la secuencia de procesamiento requerida para la transformación de materias primas establecidas en las bases de diseño en los productos y subproductos también definidos en las bases de diseño. En el diagrama se representan los equipos principales y las líneas de interconexión, marcando el sentido del flujo para visualizar la secuencia de la transformación física y química de los materiales involucrados.

Es importante supervisar el documento porque este es la clave del diseño del proceso, ya que muestran el arreglo del equipo dentro del proceso, la conexión entre las corrientes, los flujos y la composición de cada una de las corrientes, y las condiciones de operación del proceso. Además de que en los diagramas de flujo de proceso se describe la información más importante del proceso y se utilizan en todas las etapas de la vida útil de la planta, incluyendo las etapas de diseño e ingeniería, la construcción la puesta en marcha, la operación, el mantenimiento y la mejora; debido a que los diagramas son una fuente de información rápida y confiable <sup>[11]</sup>.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente del diagrama de flujo de proceso:

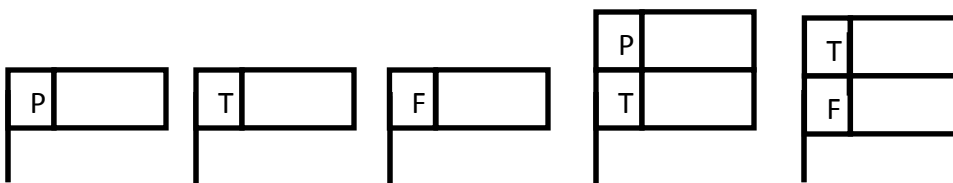
- I. Corrientes enumeradas y que estos números estén correlacionados con el balance de materia y energía.
- II. Origen y destino de las corrientes de entrada y salida del proceso.
- III. Corrientes de interconexión entre diagramas, correspondientes a macro-etapas del proceso, se supervisar y se identifica el nombre con el que se designa la corriente, el número del diagrama y la clave del equipo origen (entradas) o destino (salidas).
- IV. Claves y nombres de los equipos principales, identificando relevos.
- V. Condiciones de presión y temperatura (P, T) de algunos equipos y corrientes (entrada y salida de reactores, fondo y domo de columnas de fraccionamiento, tanques separados, salida de equipos de intercambio térmico, salida de equipos de compresión o expansión, de acuerdo a su relevancia y para una mejor compresión del proceso.
- VI. Equipos principales, datos relativos a sus dimensiones (cargas terminas, potencias, diámetros, alturas, numero de platos, tipo de accionador).
- VII. Indicadores y elementos de control de presión (sin numerar por tratarse de corrientes normalmente sin flujo).

**VIII.** Recuadro con el balance de materia global, mostrando datos de flujo, composición, propiedades físicas, P y T de las corrientes de entrada y salida del proceso. (Opcional)

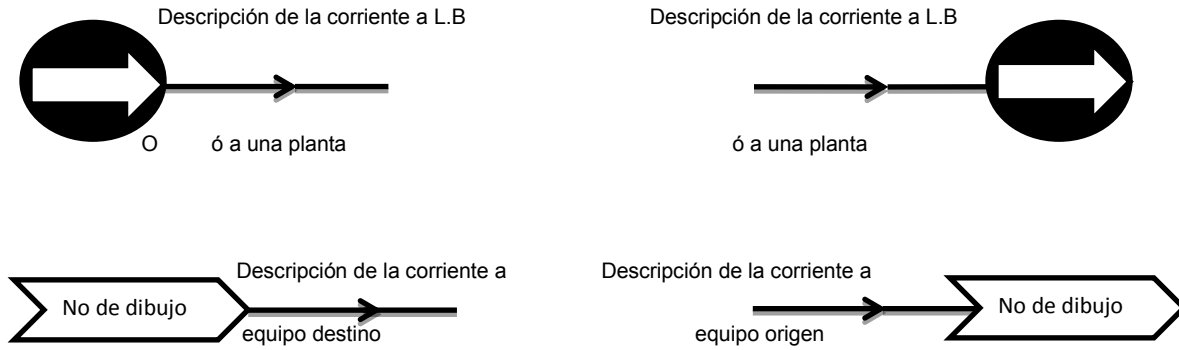
**IX.** Notas aclaratorias, que pueden consistir, entre otras, en:

- Unidades utilizadas para las variables de presión, temperatura y flujo.
- Aclaraciones relativas a origen y destino de corrientes.
- Detalles de características de los equipos representados.
- Aclaraciones de forma de alimentación de corrientes a equipos.
- Aclaraciones del propósito de corrientes auxiliares de alimentación o salida.
- Identificación de equipos que tiene una función relevante en otra sección del proceso.
- Materiales de construcción requeridos.
- Corrientes normalmente sin flujo.
- Corrientes usadas solo para arranque.
- Identificación de condiciones para inicio y final de corrida.
- Simbología particular usada en el diagrama.
- Llamados a revisar otros documentos de ingeniería.
- Información de carácter preliminar sujeta a confirmación.
- Formato del marco del diagrama de flujo. Se muestra en la o figura 2 la estructura del marco de planos a doble carta (11 x 17 pulgadas) de ingeniería.

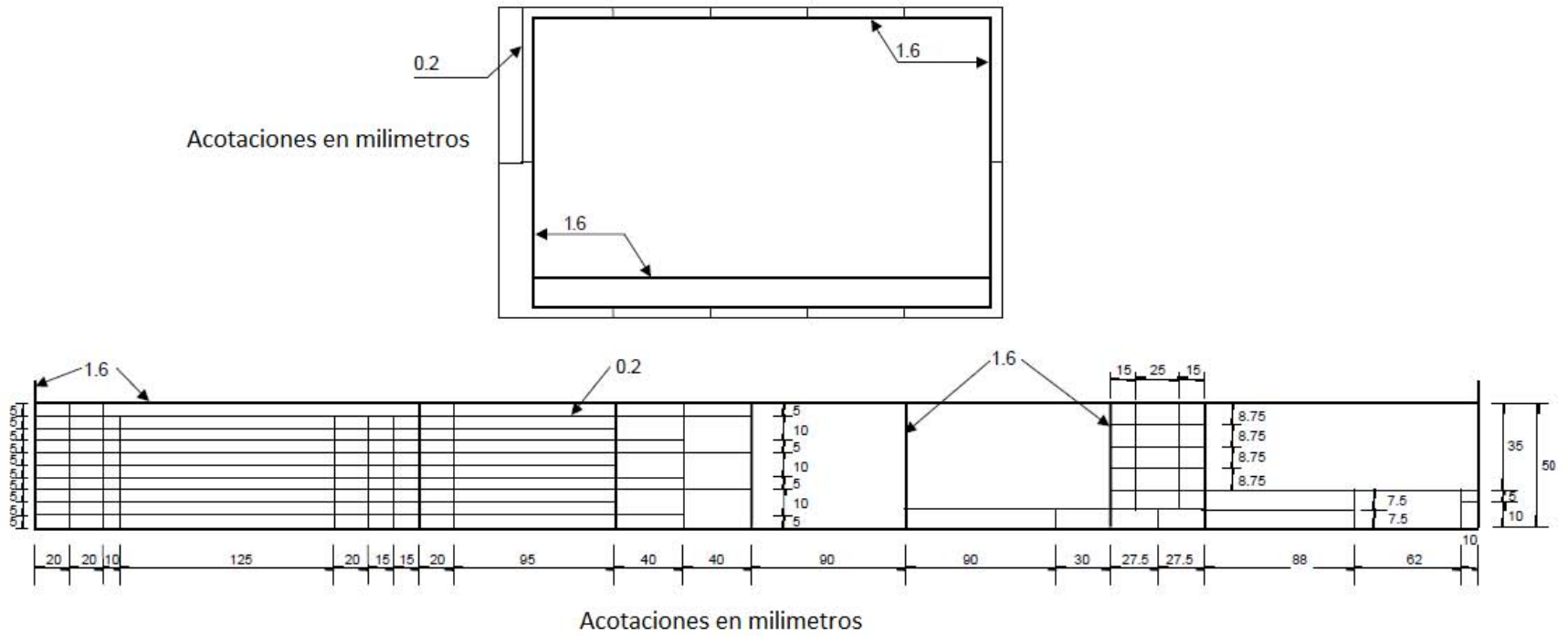
Las condiciones de operación en equipos y corrientes, normalmente se representa con banderas como las que se muestran a continuación:



Las corrientes de entrada, salida y las de interconexión se representan normalmente de la siguiente forma.



A continuación se muestra la lista de verificación No. 4 del Diagrama de Flujo de Proceso que debe de llenar el especialista de ingeniería.



CP	FECHA	REVISIONES				NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA	APROBADO POR		DIBUJO		a					
		MCA	DESCRIPCION	FECHA	POR	V.o.Bo.		ESPECIALISTA		PROY.		b					
g			p				o	n	m		g						
								SUBGERENCIA		REVISO		No. PROY.	c			REV.	
								GERENCIA		COORD.		LUGAR	d	e	f		
										ESC.	h	ACOT. EN:	i				
										DIB. ELAB. EN:	k	j					

Figura 2 . Estructura del marco de planos a doble carta (11x17 pulgadas) de ingeniería

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Flujo de Procesos			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>Contenido del Diagrama de Flujo de Procesos</b>								
1	Cada corriente esta numerada y estos números se relacionan con el balance de materia y energía.							
2	Se identifica el origen y el destino de las corrientes de entrada y salida de proceso.							
3	En las corrientes de interconexión entre diagramas, correspondientes a macro-etapas del proceso, se identifica el nombre con que se designa la corriente, el número del diagrama y la clave del equipo origen (entradas) o destino (salidas).							
4	Se incluye las claves y nombres de los equipos principales, indentificando relevos.							
5	Se incluyen las condiciones de presión y temperatura (P, T) de algunos equipos y corrientes (entrada y salida de reactores, fondo y domo de columnas de fraccionamiento, tanques separadores, salida de equipos de intercambio térmico, salida de equipos de compresión o expansión), de acuerdo a su relevancia y para una mejor comprensión del proceso.							
6	Se muestran para los equipos principales, datos relativos a sus dimensiones (cargas térmicas, potencias, diámetros, alturas, número de platos, tipo de accionador).							
7	Se muestran conceptualmente los indicadores y elementos de control de presión (sin numerar por tratarse de corrientes normalmente sin flujo).							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 4. Lista del diagrama de flujo de proceso.



LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Flujo de Procesos			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>Contenido del Diagrama de Flujo de Procesos (Continuación)</b>								
8	Se presenta un recuadro con el balance de materia global, mostrando datos de flujo, composición, propiedades físicas, P y T de las corrientes de entrada y salida del proceso.							
<b>Notas aclaratorias</b>								
9	Unidades utilizadas para las variables de presión, temperatura y flujo							
10	Aclaraciones relativas a origen y destino de corrientes							
11	Detalles de características de los equipos representados							
12	Aclaraciones de forma de alimentación de corrientes a equipos.							
13	Aclaraciones del propósito de corrientes auxiliares de alimentación o salida.							
14	Identificación de equipos que tiene una función relevante en otra sección del proceso.							
15	Materiales de construcción requeridos							
16	Corrientes normalmente sin flujo.							
17	Corrientes usadas solo para arranque							
18	Identificación de condiciones para inicio y final de corrida.							
19	Simbología particular usada en el diagrama.							
20	Llamados a revisar otros documentos de ingeniería.							
21	Información de carácter preliminar sujeta a confirmación							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 4. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Flujo de Procesos			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
	<b>Formato que presenta el marco del diagrama de flujo (Continuación)</b>							
22	Logotipo de organismo subsidiario, firma de ingeniería, empresa al que corresponde el proyecto.							
23	Número y nombre del proyecto y/o instalación							
24	Identificación de la planta o instalación.							
25	Identificación de la refinería, complejo petroquímico, centro de procesamiento de gas y/o lugar geográfico donde se construirá la unidad.							
26	Identificación de la compañía responsable del diseño							
27	Número del proyecto del contratista o licenciador							
28	Número de dibujo.							
29	Recuadro para revisiones, fechas y firmas							
29.1	Número de revisión y fecha							
29.2	Especialista autor del documento (elaboró)							
29.3	Supervisor de la empresa responsable del diseño (revisó)							
29.4	Especialista supervisor (líder de la especialidad de proceso) (aprobó)							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 4. Continuación

### 3.5 Supervisión Técnica del Balance de Materia y Energía

El Balance de Materia y Energía es una tabla que describe cada una de las corrientes de flujo de proceso de manera cualitativa y cuantitativa. Aparecen datos como presión, temperatura, composición, caudales, densidad, viscosidad, entalpías, entre otros; por lo que la supervisión del balance de materia y energía en la ingeniería de procesos de la industria química es muy importante ya que constituyen el corazón mismo del diseño porque este documento determina las cantidades de materias primas y de productos, flujos y composiciones de las corrientes. Durante la etapa de diseño, los balances de materia se emplean para diseñar los diferentes equipos de la planta, y durante la operación y el análisis del proceso se utilizan para comparar el funcionamiento de la planta con el diseño original, para calibrar los instrumentos y para localizar las fugas del material. Los balances de energía se utilizan para determinar los requerimientos energéticos del proceso, tales como: calentamiento, enfriamiento y potencia <sup>[11]</sup>.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente del diagrama del balance de materia y energía:

- I. Que cada corriente esté numerada y los números se correlacionen con el diagrama de flujo de proceso
- II. Que en el encabezado de cada columna se identifique la corriente por su procedencia, destino o característica relevante en el proceso y su fase.
- III. Que en la primera columna se indique:
  - Cada uno de los componentes de la corriente
  - Flujo molar total
  - Flujo másico total
  - Peso molecular
  - Entalpia
  - Presión
  - Temperatura
  - Flujo volumétrico (a las condiciones de flujo)
  - Flujo volumétrico (a condiciones estándar)
  - Densidad
  - Densidad relativa
  - Viscosidad

- Compresibilidad
  - Calor específico
  - Conductividad térmica
  - Relación de calores específicos  $C_p/C_v$
  - Tensión superficial
  - Presión pseudocrítica
- IV.** Que en la segunda columna se indiquen los pesos moleculares de los componentes.
- V.** Que en la tercera columna se indiquen las unidades
- VI.** Que en las demás columnas se indiquen los valores de las variables para cada corriente identificada por su encabezado.
- VII.** Se deben supervisar las notas: en el recuadro correspondiente se deben incluir todas las notas necesarias para facilitar el entendimiento y aclarar el contenido del Balance de materia y energía.

La información de los Balance de materia y energía es generada mediante modelos de simulación propios del tecnólogo/licenciador del proceso. Es posible en muchos casos verificar cálculos mediante los simuladores Aspen y/o Hysys. En los anexos se presenta un ejemplo del formato del balance de materia y energía.

A continuación se muestra la lista de verificación No. 5 del Balance de Materia y Energía que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Balance de Materia y Energía			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>En el documento se debe de identificar:</b>								
1	Título del documento							
2	Organismo subsidiario							
3	Número de proyecto							
4	Ubicación de la planta o instalación							
5	Caso de diseño							
6	Número de documento							
7	Número y fecha de revisión							
8	Objeto de la emisión para: Información, revisión, aprobación o diseño.							
9	Recuadros para identificación de los responsables de su elaboración.							
10	Los Balances de Materia y Energía se deben presentar en forma de matriz en la que las filas deben indicar la composición, condiciones de operación y propiedades de las corrientes indicadas en cada una de las columnas.							
<b>La información que debe contener y cumplir el balance de materia y energía, que es el resultado de la simulación del proceso, es la siguiente:</b>								
11	Cada corriente esta numerada y los números se correlacionan con el diagrama de flujo de proceso.							
12	En el encabezado de cada columna se identifica la corriente por su procedencia, destino o característica relevante en el proceso y su fase.							
13	En la primera columna se indica:							
	o Cada uno de los componentes de la corriente							
	o Flujo molar total							
	o Flujo másico total							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 5. Lista del balance de materia y energía de proceso.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					Clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Balance de Materia y Energía			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
	<b>La información que debe contener y cumplir el balance de materia y energía, que es el resultado de la simulación del proceso, es la siguiente: (Continuación)</b>							
	o Peso molecular							
	o Entalpia							
	o Presión							
	o Temperatura							
	o Flujo volumétrico (a las condiciones de flujo)							
	o Flujo volumétrico (a condiciones estándar)							
	o Densidad							
	o Densidad relativa							
	o Viscosidad							
	o Compresibilidad							
	o Calor específico							
	o Conductividad térmica							
	o Relación de calores específicos Cp/Cv							
	o Tensión superficial							
	o Presión pseudocrítica							
14	En la segunda columna se indican los pesos moleculares de los componentes.							
15	En la tercera columna se indican las unidades							
16	En las demás columnas se indican los valores de las variables para cada corriente identificada por su encabezado.							
17	Notas: en el recuadro correspondiente se deben incluir todas las notas necesarias para facilitar el entendimiento y aclarar el contenido del Balance de materia y energía.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 5. Continuación

### **3.6 Supervisión Técnica del Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso**

El Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso es la representación esquemática de la secuencia de procesamiento acorde con el Diagrama de Flujo de Proceso en la que se muestran los equipos principales y las líneas de interconexión, indicando diámetro, servicio, especificación, número de identificación y aislamiento térmico, marcando el sentido del flujo, además de válvulas y conexiones de servicios e instrumentos con sus elementos primarios y secundarios.

Los diagramas de tuberías e Instrumentación de Proceso pueden presentarse en uno o más diagramas, dependiendo de la complejidad del proceso, separándose en secciones para facilitar la claridad del proceso.

Es importante supervisar el diagrama de tubería e Instrumentación de Proceso porque solo en ellos se puede ver el diseño de las tuberías y accesorios que conecten los diferentes equipos, revisando y validando las trayectorias, diámetros, aspersores y materiales de las mismas, tratando de evitar posibles pérdidas de energía; además de que en estos documentos se ve con claridad los lógicos de seguridad y control del proceso para garantizar la continuidad y eficiencia de este.

En estos diagramas pueden colocarse además cuadros de datos con las características más relevantes del fluido en cada punto (fluido, presión y temperatura). El Diagrama de tubería e Instrumentación de Proceso es la herramienta que permite al ingeniero de proceso identificar cada equipo, tubería e instrumento, de manera que pueda dirigirse al expediente de cada uno de dichos elementos para su evaluación y análisis detallado; es decir al diagrama de tubería e instrumentación de proceso resume toda la información del diseño operativo de una planta <sup>[11]</sup>.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente del diagrama tubería e Instrumentación de Proceso:

#### **I. Notas de tubería y los símbolos siguientes:**

- Método de numeración de la tubería que indique: servicio, número de línea, diámetro, especificación, tipo de aislante, espesor de aislante.

- Indicador de cambio en la especificación de la tubería, sea porque se modifica el número consecutivo, la presión y temperatura de diseño, cedula, etc., y la simbología correspondiente.
- Identificación del servicio
- Tipos de válvulas
- Accesorios
- Componentes especiales
- Componentes para fuego y seguridad
- Símbolos generales

## **II. Notas sobre instrumentos y la siguiente simbología**

- Tipo de instrumento
- Tipos de válvulas y reguladores
- Montaje de instrumentos y accesibilidad
- Rótulos de función del instrumento
- Instrumentos en línea
- Tipos de actuadores
- Rótulo de acción por fallo
- Tipos de señales

## **III. Simbología de equipo**

## **IV. Índice de planos**

## **V. Encabezados o pies de los diagramas:** clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue:

- Bombas: flujo, presión diferencial, (potencia hidráulica opcional), materiales
- Compresores: flujo volumétrico y potencia hidráulica
- Torres: diámetro y longitud, presión y temperatura de operación y de diseño, material de construcción, tipo de aislamiento, material de construcción y material de recubrimiento.
- Recipientes: Diámetro y Longitud, presión y temperatura de operación y de diseño, material de construcción, tipo de aislamiento.
- Cambiadores de calor: carga térmica, temperatura y presión de diseño de coraza y tubos, materiales de construcción.
- Calentadores a fuego directo: Carga térmica, presión de diseño, materiales de construcción.



- Enfriadores por aire: Carga térmica, presión y temperatura de diseño, materiales de construcción.

**VI. Que los diagramas indiquen en su dibujo la siguiente información general:**

- Todos los equipos mediante su simbología y su clave cerca de ellos.
- Revisar y analizar que equipos deben poder aislarse mediante válvulas de bloque o mediante figuras 8 (las figuras 8 son accesorios que se utilizan en las juntas de tuberías entre bridas para bloquear fluidos en las líneas o equipos para su mantenimiento).
- Las bombas estén conectadas normalmente con reducciones tanto en la succión como en la descarga para líquidos en equilibrio, indicando los diámetros de la reducción y deben tener válvulas de retención a la descarga con un medidor de presión antes de la válvula de retención. Si no hay reducciones a la succión y la descarga, se debe revisar la memoria de cálculo de las tuberías para verificar velocidades de los fluidos y caídas de presión. Deben contar con conexiones de drenaje a sistemas cerrados. Y para bombeo de líquidos ligeros, deben tener conexiones al sistema de desfogue con válvula de bloqueo. Deben contar con un filtro tipo cono, tipo “T” o “Y” antes de la succión.
- Revisar que todas las válvulas de control deban tener reducciones aguas arriba y aguas abajo, con indicación de los diámetros de la reducción, con válvulas de bloqueo a sus lados y un desvío con válvula de globo, indicando para todas ellas su diámetro. Si no hay reducciones, se debe revisar la memoria de cálculo de la válvula y de la turbera para verificar velocidades del fluido y caídas de presión. Entre la válvula de control y las válvulas de bloqueo debe haber válvulas de drene.
- Revisar que efectivamente se localicen las válvulas de venteo sobre las líneas más que en los recipientes y torres. Deben considerarse válvulas de bloqueo abiertas con candado antes y después de las válvulas, con desvío con válvula de globo. En las válvulas de bloqueo se debe indicar la presión de ajuste.
- Revisar que en las tuberías indique la clave de las líneas que incluye diámetro, servicio, número consecutivo, especificación de la línea y tipo de aislamiento, indicación del punto en el que se modifica la especificación de la tubería, válvulas de relevo y válvulas reguladoras de presión con presión de ajuste: si las tuberías llevan traza eléctrica o de vapor. Además localización de

accesorios: válvulas (tipo y diámetro), reducciones con indicación de los diámetros que se reducen, juntas ciegas, figuras ocho, venteos, drenajes, conexiones para tomas de muestra, identificando líneas para arranque y paro; indicaciones especiales (inclinación, evitar bolsas que acumulen líquido, localización especial de válvulas o elementos de medición)

**VII. Que en los dibujos de los equipos se deba indicar:**

- Torres: diámetro interior, longitud, altura de la tangente inferior al NPT, numeración de platos, altura de empaque, alturas de líquido a nivel normal, mínimo, máximo y alturas de alarmas de alto y bajo nivel, localización de boquillas para entrada y salida de líneas, boquillas para drenes, localización de boquillas para instrumentos de medición de presión, temperatura y nivel, internos (distribuidores de alimentación, placas de choque de las alimentaciones y mamparas, baffles, rompedores de vórtice en alimentaciones a bombas), localización de registros de hombre.
- Recipientes: diámetro interior, longitud, altura de la tangente inferior al NPT, placas de choque de las alimentaciones y mamparas, alturas de nivel normal, mínimo, máximo de líquido y alturas de alarmas de alto y bajo nivel, localización de boquillas para entrada y salida de líneas, boquillas para drenes, boquillas para instrumentos de medición de presión, temperatura y nivel, internos (distribuidores de alimentación, baffles, rompedores de vórtice en alimentaciones a bombas), localización de registros de hombre.
- Bombas: tipo de bomba y accionador
- Compresores: tipo de compresor y accionador
- Cambiadores de calor: cuando son de varios cuerpos, como es la conexión entre ellos: en serie o en paralelo

**VIII. Que estén indicados los siguientes elementos:**

- Instrumentación y control indicando la variable medida, los elementos de medición, medidor local o con señal en el cuarto de control, transmisores de señal y la localización del elemento final (válvulas de control), con la numeración consecutiva e identificación de cada elemento.
- Origen y destino de las corrientes de entrada y salida del proceso.
- En las corrientes de interconexión entre diagramas, se identifique la corriente, el número del diagrama y la clave del equipo origen (entradas) o destino (salidas).

- líneas de desfogue, asociadas a los sistemas de control de presión.
- Que se identifiquen los cabezales de servicios auxiliares que entran a los equipos desde límites de batería o salen de ellos hacia límites de batería.

**IX. Durante la ingeniería de detalle, el Diagrama de tubería e Instrumentación de Proceso se verifica, actualiza y precisa conforme a la información de fabricante de los siguientes elementos:**

- Cuando se trata de aplicaciones o modernizaciones, mediante simbología se indican los equipos que se remodelan y aquellos que deben desmantelarse o bien los nuevos, las líneas que se sustituyen y aquellas que deben desmantelarse y las nuevas.
- Requerimientos de aislamiento térmico, trazado eléctrico y/o de vapor.
- Conexiones de servicios requeridas por razones de proceso, tales como agua de servicios, vapor, combustible y aire de planta y de instrumentos.
- Dimensionamiento de líneas.
- Dimensiones de las válvulas de control y reducciones que deben instalarse.
- Válvulas de revelo mostrando el tamaño de orificio, diámetro de entrada y salida y presión de ajuste.
- Discos de ruptura, válvulas de corte, filtros en línea y accesorios de tubería requeridos por razones de proceso.
- Sistemas y dispositivos de instrumentación para medición y control, lazos de control indicando los elementos primarios y secundarios en los equipos y en las líneas con su clave y numeración correspondiente, con indicación de si es instrumentación de campo o con señalización al cuarto de control, los elementos de control (válvulas de control indicando posición a falla de aire, etc.)
- Referencia de otros documentos de ingeniería.
- Otras aclaraciones.

A continuación se muestra la lista de verificación No. 6 del de Tubería e Instrumentación de Proceso que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)			Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso					
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)			Revisión:			Fecha:		
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>A Cuadro de identificación del diagrama.</b>								
1	Logotipo del Organismo Subsidiario de PEMEX al que corresponde el proyecto, firma de ingeniería o de la empresa quien va generar el diagrama de tubería e instrumentación de proceso.							
2	Nombre y localización del complejo industrial.							
3	Nombre y clave de la planta.							
4	Sección de la planta que muestra el plano.							
5	Logotipo de la compañía de ingeniería.							
6	Número, nombre y fecha de la revisión.							
7	Dibujos de referencia							
8	Siglas del diseñador							
9	Siglas de quien revisa							
10	Siglas de quien aprueba							
11	En el listado de los Diagramas de tuberías e Instrumentación de Proceso se debe contar con la siguiente información, que se puede incluir en uno o en varios diagramas:							
	A) Notas de tubería y los símbolos siguientes:							
	• Método de numeración de la tubería que indique: servicio, número de línea, diámetro, especificación, tipo de aislante, espesor de aislante.							
	• Indicador de cambio en la especificación de la tubería, sea porque se modifica el número consecutivo, la presión y temperatura de diseño, cedula, etc., y la simbología correspondiente.							
	• Identificación del servicio							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Lista de verificación del diagrama de tubería e instrumentación de proceso.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>A Cuadro de identificación del diagrama (Continuación)</b>								
<b>A) Notas de tubería y los símbolos siguientes: (Continuación)</b>								
	• Tipos de válvulas							
	• Accesorios							
	• Componentes especiales							
	• Componentes para fuego y seguridad							
	• Símbolos generales							
	B) Notas sobre instrumentos y la siguiente simbología							
	• Tipo de instrumento							
	• Tipos de válvulas y reguladores							
	• Montaje de instrumentos y accesibilidad							
	• Rótulos de función del instrumento							
	• Instrumentos en línea							
	• Tipos de actuadores							
	• Rótulo de acción por fallo							
	• Tipos de señales							
	C) Simbología de equipo							
	D) Índice de planos							
<b>B 2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue:</b>								
	• Bombas: flujo, presión diferencial, (potencia hidráulica opcional), materiales.							
	• Compresores: flujo volumétrico y potencia hidráulica							
	• Torres: diámetro y longitud, presión y temperatura de operación y de diseño, material de construcción, tipo de aislamiento, material de construcción y material de recubrimiento.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto					Especialidad:			
						clave:			
						Revisión:			
						Fecha:			
						No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN									
Proyecto (Número, Descripción)						Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)						Revisión:	Fecha:		
No.	Concepto a verificar					Sí	No	NA	Com
<b>B</b>	<b>2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue: (Continuación)</b>								
	• Recipientes: Diámetro y Longitud, presión y temperatura de operación y de diseño, material de construcción, tipo de aislamiento.								
	• Cambiadores de calor: carga térmica, temperatura y presión de diseño de coraza y tubos, materiales de construcción.								
	• Calentadores a fuego directo: Carga térmica, presión de diseño, materiales de construcción.								
	• Enfriadores por aire: Carga térmica, presión y temperatura de diseño, materiales de construcción.								
	Los diagramas deben indicar en su dibujo la siguiente información general:								
	• Todos los equipos mediante su simbología y su clave cerca de ellos.								
	• Se debe analizar que equipos deben poder aislarse mediante válvulas de bloque o mediante figuras 8 para su mantenimiento.								
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario	
Notas:									
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.								
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.								
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.								

Lista 6. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto		Especialidad:					
			clave:					
			Revisión:					
			Fecha:					
			No. de hoja:					
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)			Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso					
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)			Revisión:		Fecha:			
No.	Concepto a verificar		Sí	No	NA	Com		
<b>B</b>	<b>2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue: (Continuación)</b>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todas las válvulas de control deben tener reducciones aguas arriba y aguas abajo, con indicación de los diámetros de la reducción, con válvulas de bloqueo a sus lados y un desvío con válvula de globo, indicando para todas ellas su diámetro. Si no hay reducciones, se debe revisar la memoria de cálculo de la válvula y de la tubería para verificar velocidades del fluido y caídas de presión. Entre la válvula de control y las válvulas de bloqueo debe haber válvulas de drenaje.</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bombas: se conectan normalmente con reducciones tanto en la succión como en la descarga para líquidos en equilibrio, indicando los diámetros de la reducción y deben tener válvulas de retención a la descarga con un medidor de presión antes de la válvula de retención. Si no hay reducciones a la succión y la descarga, se debe revisar la memoria de cálculo de las tuberías para verificar velocidades de los fluidos y caídas de presión. Deben contar con conexiones de drenaje a sistemas cerrados. Y para bombeo de líquidos ligeros, deben tener conexiones al sistema de desfogaje con válvula de bloqueo. Deben contar con un filtro tipo cono, tipo "T" o "Y" antes de la succión.</li> </ul>							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>B</b>	<b>2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue: (Continuación)</b>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías: deben indicar la clave de las líneas que incluye diámetro, servicio, número consecutivo, especificación de la línea y tipo de aislamiento, indicación del punto en el que se modifica la especificación de la tubería, válvulas de relevo y válvulas reguladoras de presión con presión con presión de ajuste: si las tuberías llevan traza eléctrica o de vapor. Además localización de accesorios: válvulas (tipo y diámetro), reducciones con indicación de los diámetros que se reducen, juntas ciegas, figuras ocho, venteos, drenajes, conexiones para tomas de muestra, identificando líneas para arranque y paro; indicaciones especiales (inclinación, evitar bolsas que acumulen líquido, localización especial de válvulas o elementos de medición)</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>En lo posible, se deben localizar las válvulas de venteo sobre las líneas más que en los recipientes y torres. Deben considerarse válvulas de bloqueo abiertas con candado antes y después de las válvulas, con desvío con válvula de globo. Entre las válvulas de bloqueo y las válvulas de relevo debe haber. En las válvulas de bloqueo se debe indicar la presión de ajuste.</li> </ul>							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación



LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>B</b>	<b>2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue: (Continuación)</b>							
	En los dibujos de los equipos se debe indicar:							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Torres: diámetro interior, longitud, altura de la tangente inferior al NPT, numeración de platos, altura de empaque, alturas de líquido a nivel normal, mínimo, máximo y alturas de alarmas de alto y bajo nivel, localización de boquillas para entrada y salida de líneas, boquillas para drenes, localización de boquillas para instrumentos de medición de presión, temperatura y nivel, internos (distribuidores de alimentación, placas de choque de las alimentaciones y mamparas, baffles, rompedores de vórtice en alimentaciones a bombas), localización de registros de hombre.</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipientes: diámetro interior, longitud, altura de la tangente inferior al NPT, placas de choque de las alimentaciones y mamparas, alturas de nivel normal, mínimo, máximo de líquido y alturas de alarmas de alto y bajo nivel, localización de boquillas para entrada y salida de líneas, boquillas para drenes, boquillas para instrumentos de medición de presión, temperatura y nivel, internos (distribuidores de alimentación, baffles, rompedores de vórtice en alimentaciones a bombas), localización de registros de hombre.</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bombas: tipo de bomba y accionador</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compresores: tipo de compresor y accionador</li> </ul>							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>B</b>	<b>2. Los diagramas de tubería e instrumentos para diseño de la planta deben indicar para los equipos la siguiente información en encabezados o pies de los diagramas: clave, servicio, datos de los equipos relativos a sus dimensiones, como sigue: (Continuación)</b>							
	• Cambiadores de calor: cuando son de varios cuerpos, como es la conexión entre ellos: en serie o en paralelo							
	Se deben además indicar los siguientes elementos:							
	• Instrumentación y control indicando la variable medida, los elementos de medición, medidor local o con señal en el cuarto de control, transmisores de señal y la localización del elemento final (válvulas de control), con la numeración consecutiva e identificación de cada elemento.							
	• Origen y destino de las corrientes de entrada y salida del proceso.							
	• En las corrientes de interconexión entre diagramas, se identifica la corriente, el número del diagrama y la clave del equipo origen (entradas) o destino (salidas).							
	• Se muestran las líneas de desfogue, asociadas a los sistemas de control de presión.							
	• Se identifican los cabezales de servicios auxiliares que entran a los equipos desde límites de batería o salen de ellos hacia límites de batería.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revision:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)	Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso							
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)	Revisión:			Fecha:				
No.	Concepto a verificar			Sí	No	NA	Com	
<b>C</b>	<b>Durante la ingeniería de detalle, el Diagrama de tubería e Instrumentación de Proceso se verifica, actualiza y precisa conforme a la información de fabricante de los siguientes elementos:</b>							
	• Cuando se trata de aplicaciones o modernizaciones, mediante simbología se indican los equipos que se remodelan y aquellos que deben desmantelarse o bien los nuevos, las líneas que se sustituyen y aquellas que deben desmantelarse y las nuevas.							
	Requerimientos de aislamiento térmico, trazado eléctrico y/o de vapor							
	• Conexiones de servicios requeridas por razones de proceso, tales como agua de servicios, vapor, combustible y aire de planta y de instrumentos.							
	• Dimensionamiento de líneas							
	• Dimensiones de las válvulas de control y reducciones que deben instalarse.							
	• Válvulas de revelo mostrando el tamaño de orificio, diámetro de entrada y salida y presión de ajuste.							
	• Discos de ruptura, válvulas de corte, filtros en línea y accesorios de tubería requeridos por razones de proceso.							
	• Sistemas y dispositivos de instrumentación para medición y control, lazos de control indicando los elementos primarios y secundarios en los equipos y en las líneas con su clave y numeración correspondiente, con indicación de si es instrumentación de campo o con señalización al cuarto de control, los elementos de control (válvulas de control indicando posición a falla de aire, etc.)							
	• Referencia de otros documentos de ingeniería.							
	• Otras aclaraciones.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 6. Continuación

### 3.7 Supervisión Técnica del Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares

El Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares es una representación gráfica, esquematizada por medio de bloques, de la secuencia de generación, distribución y, en su caso, recuperación, retorno y disposición de las corrientes de los servicios auxiliares según se requiera, indicando las líneas de interconexión principales que suministran los servicios, así como cantidad, presión, temperatura y sentido de flujo de los mismos y, según sea necesario: composición, peso molecular, densidad; gravedad específica; viscosidad, capacidad calorífica, conductividad térmica y entalpia. Incluye los datos resultantes de los balances de materia y energía de servicios, acordes en lo establecido en las bases de diseño de proceso. Con las notas respectivas se debe indicar los criterios y consideraciones empleados, y suposiciones hechas para determinar los requerimientos de los servicios auxiliares <sup>[11]</sup>.

Es importante supervisar el documento, porque sin los servicios auxiliares las plantas de proceso no funcionarían como por ejemplo si faltara el aire para instrumentos no se podrían accionar diversos dispositivos de control, si faltara la electricidad a la planta todas las operaciones de proceso estarían paradas; es decir los servicios auxiliares también forman parte del corazón del planta de proceso.

Citando algunos ejemplos de servicios auxiliares se tiene lo siguiente:

- Electricidad
- Vapor saturado de baja presión o vapor de baja presión:
- Vapor saturado de media presión o vapor de media presión
- Vapor sobrecalentado de baja presión
- Vapor sobrecalentado de media presión
- Vapor sobrecalentado de alta presión
- Agua de enfriamiento
- Agua de rio
- Agua de mar.
- Refrigerantes
- Agua para tratamiento
- Aire para planta

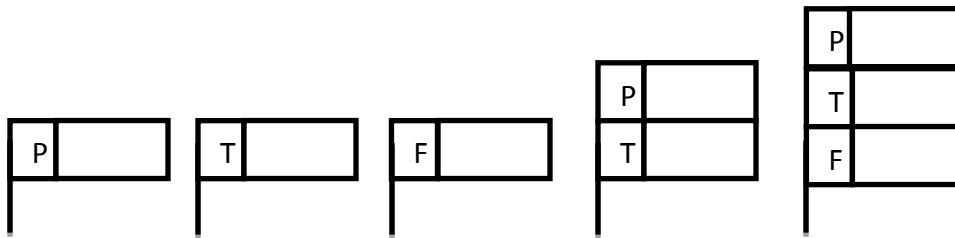
Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente del diagrama de flujo de servicios auxiliares:

- I. Que cada corriente esté numerada y estos números se correlacionen con el balance de materia y energía de servicios.
- II. Identificación del origen y destino de las corrientes de entrada y salida de los servicios.
- III. Corrientes de interconexión entre diagramas, correspondientes en su caso a macro-etapas de los servicios, se identifica el nombre en el que se designa a la corriente, el número del diagrama y el bloque del servicio de origen (entradas) o destino (salidas).
- IV. Que estén incluidas las condiciones de presión y temperatura (P, T) de corrientes principales, de acuerdo a su relevancia y para una mejor comprensión del proceso de generación, distribución y, en su caso, recuperación, retorno y disposición de las corrientes de los servicios auxiliares.
- V. Que se presente un recuadro con el balance de materia global, mostrando datos de flujo, propiedades físicas, P y T de las corrientes de entrada y salida del proceso, de generación, distribución y, en su caso, recuperación, retorno y disposición de las corrientes de servicios auxiliares. (opcional)
- VI. Notas aclaratorias, que pueden consistir, entre otras, en:
  - Unidades utilizadas para las variables de presión, temperatura y flujo.
  - Aclaraciones relativas a origen y destino de corrientes.
  - Aclaración de forma de alimentación de corrientes a equipos.
  - Aclaraciones del propósito de corrientes auxiliares de alimentación o salidas.
  - Corrientes normalmente sin flujo.
  - Corrientes usadas solo para arranque.
  - Simbología particular usada en el diagrama.
  - Llamado a revisar otros documentos de ingeniería.
  - Información de carácter preliminar sujeta a confirmación.

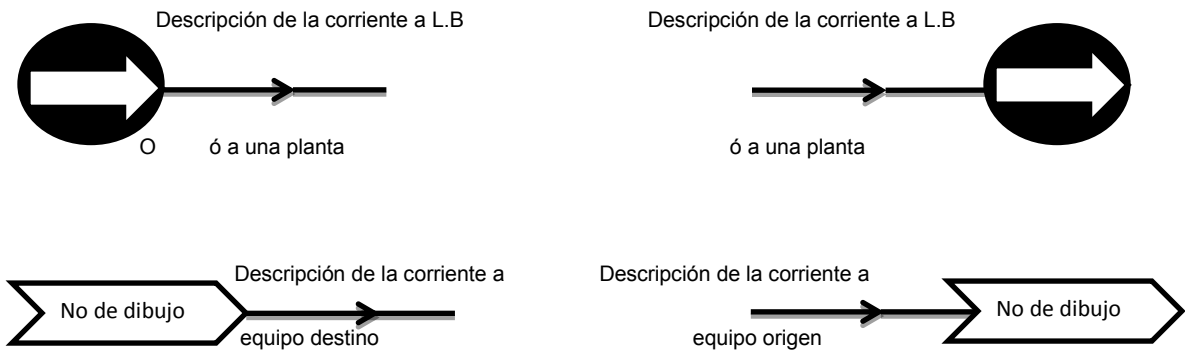
Además de cumplir con la supervisión técnica listada arriba, en el diagrama de flujo de servicios auxiliares de revamps se señalarán a continuación conceptos que el supervisor deberá revisar ya que se encuentran vinculados con el propio revamps:

- a) Que servicios son existentes
- b) Que servicios son nuevas
- c) Que servicios se modificaran
- d) Que cambiarán de servicio
- e) Que quedaran fuera de servicio.

Las condiciones de operación en equipos y corrientes, normalmente se representa con banderas como las que se muestran a continuación:



Las corrientes de entrada, salida y las de interconexión se representan normalmente de la siguiente forma.



A continuación se muestra la lista de verificación No. 7 del Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
	<b>Contenido del Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares</b>							
1	Cada corriente esta numerada y estos números se correlacionan con el balance de materia y energía de servicios.							
2	Se identifica el origen y el destino de las corrientes de entrada y salida de los servicios.							
3	En las corrientes de interconexión entre diagramas, correspondientes en su caso a macro-etapas de los servicios, se identifica el nombre en el que se designa la corriente, el número del diagrama y la clave del servicio de origen (entradas) o destino (salidas).							
4	Se incluyen las condiciones de presión y temperatura (P, T) de corrientes principales, de acuerdo a su relevancia y para una mejor comprensión del proceso de generación, distribución y, en su caso, recuperación, retorno y disposición de las corrientes de los servicios auxiliares.							
5	Se presenta un recuadro con el balance de materia global, mostrando datos de flujo, propiedades físicas, P y T de las corrientes de entrada y salida del proceso, de generación, distribución y, en su caso, recuperación, retorno y disposición de las corrientes de servicios auxiliares. (opcional)							
6	Notas aclaratorias, que pueden consistir, entre otras, en:							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 7. Lista de verificación del diagrama de servicios auxiliares de proceso.

LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)				Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares				
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)				Revisión:		Fecha:		
No.	Concepto a verificar			Sí	No	NA	Com	
	<b>Contenido del Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares (Continuación)</b>							
	• Unidades utilizadas para las variables de presión, temperatura y flujo.							
	• Aclaraciones relativas a origen y destino de corrientes.							
	• Aclaración de forma de alimentación de corrientes a equipos.							
	• Aclaraciones del propósito de corrientes auxiliares de alimentación o salidas.							
	• Corrientes normalmente sin flujo.							
	• Corrientes usadas solo para arranque.							
	• Simbología particular usada en el diagrama.							
	• Llamado a revisar otros documentos de ingeniería.							
	• Información de carácter preliminar sujeta a confirmación.							
	<b>Ampliaciones o modificaciones de planta, servicios auxiliares, instalaciones de integración o complementarias existentes (revamps).</b>							
7	Además de cumplir con el contenido técnico listado arriba, en el diagrama de flujo de servicios auxiliares de revamps se señalarán, de los conceptos listados a continuación, aquellas instalaciones que se encuentren vinculadas con el propios revamp:							
	a) Existentes							
	b) Nuevas							
	c) Que se modificaran							
	d) Que cambiaran de servicio							
	e) Que quedaran fuera de servicio.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 7. Continuación



LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
				No. de hoja:				
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>Generalidades</b>								
8	El diagrama de flujo de servicios auxiliares debe ser actualizado con indicación de los cambios que se efectúen, número de revisión y fecha de emisión.							
	• Con letras, las versiones previas a la “aprobada para diseño” (APD) o aprobada para construcción (APC), según corresponda a ingeniería básica y detalle respectivamente.							
	• Con números, iniciando de “0” (cero), desde la primera revisión que sea aprobada para diseño (APD) y aprobada para construcción (APC) y las sucesivas.							
9	b) El sistema de numeración (claves) con el que se identifiquen los equipos en el diagrama de flujo de servicios auxiliares será el que el contratista establezca en los términos de referencia y deberá ser la consistente con la lista de equipos de proceso (LEP) y con la información respectiva.							
10	c) Se incorporaran las notas adicionales requeridas para facilitar el conocimiento y las condiciones especiales o las características particulares de los balances y/o a los equipos de servicios auxiliares que deban observarse durante el desarrollo del proyecto.							
<b>El diagrama de flujo de servicios auxiliares es un dibujo que se presenta en un marco que debe incluir, en su margen inferior:</b>								
11	Logotipo de organismo subsidiario, firma de ingeniería, empresa al que corresponde el proyecto.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 7. Continuación



### **3.8 Supervisión Técnica de la Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrífugas**

Las Hojas de Datos de Proceso de Bombas Centrífugas son un documento que contiene la información técnica y normativa para el diseño y fabricación del equipo de acuerdo a los requerimientos y condiciones del proyecto.

Es importante supervisar este documento porque en él se indican los datos de proceso necesarios para la selección del equipo durante la elaboración de la ingeniería básica y que durante la ejecución de ingeniería de detalle se va complementando la hoja de datos con información de diseño mecánico, con información adicional de la especialidad de proceso y demás disciplinas de ingeniería involucradas, necesaria para su procura y fabricación. En la ingeniería de detalle se completa la hoja de datos con información del fabricante.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente de las hojas de datos de proceso de bombas centrífugas diagrama:

#### **I. Cuadro de datos generales:**

- Clave del equipo
- Servicio
- Cantidad de equipos (que debe ser consistente con la clave)
- Número de equipos requeridos en uso continuo
- Tipo de accionador
- Número de equipos considerados como relevo.

#### **II. Cuadro de condiciones de operación**

- Flujo normal, en m<sup>3</sup>/h
- Flujo nominal, en m<sup>3</sup>/h
- Presión de succión, máxima y normal, en MPa
- Presión de descarga, en MPa
- Presión de diferencial, en MPa
- Carga diferencial, en m.
- NPSH disponible, en m.
- Variaciones en el proceso. Se describe brevemente alguna condición especial que pueda afectar la presión diferencial o el NPSH disponible.

- Condiciones de arranque. Se indica la variable y su valor en condiciones de arranque, si es el caso.
- Potencia hidráulica, en Kw.
- servicio continuo o intermitente, indicando la intermitencia en arranques por día.
- Operación en paralelo por requerida. Se marca si se tiene bombas operando normalmente en paralelo.

### **III. Características del líquido a bombear**


- Identificación del líquido que bombea
- Indicación de si el líquido es peligroso, inflamable o es de alguna otra característica (por ejemplo toxico).
- Temperatura de bombeo, mínima, normal y máxima, en °C.
- Presión de vapor a la temperatura normal de bombeo, mínima, normal y máxima, en MPa.
- Densidad relativa a la temperatura normal de bombeo (con respecto al agua), mínima, normal y máxima.
- Viscosidad a la temperatura normal de bombeo mPa-s, mínima, normal y máxima.
- Calor específico, en KJ/Kg-K
- Concentración de H<sub>2</sub>S, en fracción mol base humedad.
- Indicación de que si el líquido es corrosivo o erosivo.

### **IV. Ubicación del equipo localizado:**


- Localización
  - Indicación de que si el equipo se localiza en el interior de un edificio, bajo un cobertizo, a la intemperie o en un plataforma marina.
  - Clasificación del área eléctrica
  - Protección al ambiente requerida
  - Tropicalización requerida
- Datos del sitio
  - Altitud del terreno, en m.
  - Presión barométrica, en MPa
  - Rango de temperatura ambiente, máxima y mínima, en °C
  - Humedad relativa en %
  - Condiciones inusuales como polvos o vapores en el sitio.

- Otras, indicando alguna condición especial a considerar en el diseño de equipo.
- **Materiales**
  - Temperatura mínima de diseño del metal, en °C.
  - Materiales del barril / carcasa y del impulsor
  - Material del anillo del desgaste para carcasa e impulsor.
  - Material de la flecha
  - Material de difusores
- **Tipo de accionador**
  - Motor de inducción, o
  - Turbina de vapor, o
  - Engrane, o
  - Algún otro
- **Accionador del motor eléctrico**
  - Fabricante
  - Potencia, en Kw
  - Velocidad, en rpm
  - Tipo de armazón
  - Tipo de enclaustramiento
  - Si es horizontal
  - Si es vertical
  - Factor de servicio
  - Características de la corriente: volts/fases/herz
  - Tipo
  - Voltaje mínimo de arranque
  - Aislamiento
  - Incremento de temperatura
  - Corriente a plena carga, en Amp
  - Corriente a rotor bloqueado, en Amp
  - Método de arranque
  - Tipo de lubricación, o grasa o por aceite
  - Cojinetes (tipo y numero)
  - Radiales
  - De empuje

- Capacidad de empuje vertical: hacia arriba, hacia abajo
- Cuadro de comportamientos
  - Numero de curva propuesta, a las rpm indicadas
  - Tipo de impulsor
  - Potencia normal, en Kw
  - Eficiencia
  - Flujo mínimo continuo para evitar calentamiento, en m<sup>3</sup>/h
  - Flujo mínimo continuo estable, en m<sup>3</sup>/h
  - Región de operación preferente, en m<sup>3</sup>/h
  - Región de operación permisible, en m<sup>3</sup>/h
  - Carga máxima a impulsor nominal, en m
  - NPSH requerido a flujo normal
  - Máxima velocidad específico de succión
  - Máximo nivel de ruido requerido
  - Máximo nivel de ruido estimado
  - Máxima potencia de ruido estimada
- V.** Datos que se especifican durante la ejecución de la ingeniería básica de detalle.
- VI.** Que presente información coincidente con lo establecido con todos y cada uno de los documentos relacionados.
- VII.** Que el documento incluya la totalidad de los datos de proceso necesarios para la selección del equipo que deben ser llenado durante la elaboración de ingeniería básica; durante la ejecución de ingeniería de detalle se agregan datos de materiales de fabricación y diseño mecánico, así como información adicional de la especialidad de proceso y demás disciplinas de ingeniería involucradas, necesaria para su procura y fabricación; y durante la ingeniería de detalle se completa la hoja de datos con información del fabricante según como se muestra en el ejemplo de hoja de datos de bombas centrifugas mostrada en el anexo B.
- VIII.** Que es esté respaldada con la memoria de cálculo de proceso respectiva.
- IX.** Contiene los requerimientos técnicos y normativos propios del tecnólogo.
 

Durante el desarrollo de ingeniería de detalle se deberán especificar los datos mecánicos y los códigos aplicables que debe tomar en cuenta el proveedor para seleccionar el equipo que debe afectar en la etapa de ejecución del contrato. Estos datos mecánicos y códigos aplicables se encuentran marcados con la siguiente figura . En el ejemplo de hoja de datos mostrada en el anexo B se puede apreciar este inciso, estos

datos podrían ser especificados, si se tiene alguna preferencia por la empresa al que corresponda el proyecto, o por el proveedor.

Durante la ejecución del contrato se debe llenar el formato de la hoja de datos con la información del fabricante, que se muestra en el ejemplo de hoja de datos mostrada en este apartado marcada con la siguiente figura . Ver el formato de la hoja de datos de proceso de bombas centrífugas situada en el anexo B.

A continuación se muestra la lista de verificación No. 8 de la Hojas de Datos de Proceso de Bombas Centrífugas que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto		Especialidad:						
			clave:						
			Revisión:						
			Fecha:						
			No. de hoja:						
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>									
Proyecto (Número, Descripción)							Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrifugas		
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)							Revisión:	Fecha:	
No.	Concepto a verificar					Sí	No	NA	Com
<b>A</b>	<b>Datos generales</b>								
1	Identificación del Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto, firma de ingeniería o de la empresa quien va generar la hoja de datos de proceso de la bombas centrifugas.								
2	Clave del equipo								
3	Nombre de la planta								
4	Localización								
5	Servicio								
6	Cantidad de equipos								
7	Número de equipos de relevo								
8	Tipo de accionador								
9	Selección de tipo de bomba								
<b>B</b>	<b>condiciones de operación</b>								
1	Flujo normal								
2	Flujo nominal								
3	Otro (especificación de un flujo en condiciones de flujo)								
4	Presión de succión, máxima y normal								
5	Presión de descarga								
6	Presión de diferencial								
7	Carga diferencial								
8	NPSH disponible								
9	Variaciones de proceso.								
10	Condiciones de arranque.								
11	Potencia hidráulica								
12	servicio continuo o intermitente.								
13	Operación en paralelo por requerida.								
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario	
<b>Notas:</b>									
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.								
5	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.								
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.								

Lista 8. Lista de verificación de la hoja de datos de proceso de las bombas centrifugas.



LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revision:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrifugas			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>C</b>	<b>Características del líquido</b>							
1	Tipo de líquido o nombre							
2	Peligro, inflamable u otro (toxico, etc).							
3	Temperatura de bombeo							
4	Presión de vapor							
5	Densidad relativa							
6	Viscosidad							
7	Calor específico							
	Concentración de cloruros.							
8	Concentración de H2S							
9	agente corrosivo / erosivo.							
<b>D</b>	<b>Datos de ubicación</b>							
1	Localización							
1.1	Clasificación eléctrica del área							
1.2	Protección requerida							
2	Datos del sitio							
2.1	Altitud, Presión barométrica							
2.2	Temperatura mínima y máxima							
2.3	Humedad relativa mínima y máxima							
2.4	Condiciones inusuales (polvos, vapores, otras)							
<b>E</b>	<b>Materiales</b>							
1	CLASE, según la tabla H-1 del anexo 12.8 de la NRF-050-pemex							
2	Materiales de dureza reducida requeridos, según el párrafo 8.1.12.1.12 de la NRF-050-pemex							
3	barril / carcasa							
4	impulsor.							
5	Anillo de desgaste para carcasa / impulsor.							
6	Flecha							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 8. Continuación

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)					Hoja de Datos de Proceso de Bombas Centrifugas			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>E</b>	<b>Comportamiento (Continuación)</b>							
<b>F</b>	<b>Tipo de accionador</b>							
1	Motor de inducción, turbina de vapor, engrane u otro.							
<b>G</b>	<b>Accionador motor eléctrico</b>							
1	Fabricante							
2	Potencia							
3	Velocidad							
4	armazón							
5	Enclaustramiento							
6	Horizontal o vertical							
8	Factor de servicio							
9	Características de la corriente: volts/fases/herz							
10	Tipo							
11	Voltaje mínimo de arranque							
12	Aislamiento							
14	Corriente a plena carga							
15	Corriente a rotor bloqueado							
16	Método de arranque							
17	Tipo de lubricación							
18	Cojinetes (tipo y número)							
21	Capacidad de empuje							
<b>H</b>	<b>Materiales</b>							
<b>I</b>	<b>Comportamiento</b>							
1	Número de curva propuesta, a rpm							
2	Diámetro del impulsor: Nominal, mínimo y máximo							
3	Potencia normal							
4	Eficiencia							
5	Flujo mínimo continuo para evitar calentamiento							
6	Flujo mínimo continuo estable							
7	Región de operación preferente							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
Notas:								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 8. Continuación



### 3.9 Supervisión Técnica de la Hoja de Datos de Proceso de Compresores

Las Hojas de Datos de Proceso de Compresores son un documento que contiene la información técnica y normativa para el diseño y fabricación del equipo de acuerdo a los requerimientos y condiciones del proyecto.

Es importante supervisar este documento porque en él se indican los datos de proceso necesarios para la selección del equipo durante la elaboración de la ingeniería básica y que durante la ejecución de ingeniería de detalle se va complementando la hoja de datos con información de diseño mecánico, con información adicional de la especialidad de proceso y demás disciplinas de ingeniería involucradas, necesaria para su procura y fabricación. En la ingeniería de detalle se completa la hoja de datos con información del fabricante.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente de las hojas de datos de proceso de compresores diagrama:

#### I. Cuadro de datos generales

- Calve del equipo
- Servicio
- Tipo de compresor
- Número de unidades

#### II. Cuadro de condiciones de operación

- Gas manejado
- Caso de operación, por ejemplo principio o final de corrida
- Flujo normal, mínimo y máximo en Kg/h
- Flujo normal, mínimo y máximo en m<sup>3</sup>/h std. A 15°C a 1atm.
- Flujo normal, mínimo y máximo en m<sup>3</sup>/h std. A condiciones de entrada presión y temperatura.
- Peso molecular

#### III. Condiciones de succión

- Presión, en kg/cm<sup>2</sup> abs.
- Temperatura, °C
- Densidad, kg/m<sup>3</sup> j.
- Factor de compresibilidad “z”

- “k”, Cp/Cv I.
  - Humedad relativa, %
- IV. Condiciones de descarga**
- Presión, en kg/cm<sup>2</sup> abs.
  - Temperatura estimada, °C
  - “z” estimado
  - “k” estimado
- V. Tipo de accionador**
- Motor de inducción, turbina de vapor, engranes u otro.
- VI. Servicios auxiliares**
- Energía eléctrica: Voltaje y Fases
  - Vapor: Presión y Temperatura
  - Agua de enfriamiento: Presión de suministro y de retorno; Temperatura de suministro y de retorno.
- VII.** Análisis del gas a condiciones de operación
- VIII.** Servicios auxiliares
- IX.** Notas
- X.** Que presenta información coincidente con la establecida en todos y cada uno de los documentos relacionados.
- XI.** Que Incluya la totalidad de los datos de proceso necesarios para la selección del equipo que deben ser llenado durante la elaboración de ingeniería básica; durante la ejecución de ingeniería de detalle se agregan datos de materiales de fabricación y diseño mecánico, así como información adicional de la especialidad de proceso y demás disciplinas de ingeniería involucradas, necesaria para su procura y fabricación; y durante la ingeniería de detalle se completa la hoja de datos con información del fabricante según como se muestra en el ejemplo de hoja de datos de compresores mostrada en el anexo C.
- XII.** Que esté respaldada por la memoria de cálculo de proceso respectivo.
- XIII.** Que contenga los requerimientos técnicos y normativos propios del tecnólogo.

A continuación se muestra la lista de verificación No. 9 de la Hojas de Datos de Proceso de Compresores que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto		Especialidad:					
			Clave:					
			Revision:					
			Fecha:					
			No. de hoja:					
LISTA DE VERIFICACIÓN								
Proyecto (Número, Descripción)			Hoja de Datos de Proceso de Compresores					
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)			Revisión:	Fecha:				
No.	Concepto a verificar		Sí	No	NA	Com		
<b>A</b>	<b>Datos generales</b>							
1	Nombre del organismo subsidiario, firma de ingeniería, empresa al que corresponde hacer la hoja de datos.							
2	Nombre de la planta							
3	Localización							
4	Clave del equipo							
5	Tipo de compresor							
6	Número de unidades							
<b>B</b>	<b>Condiciones de operación</b>							
1	Gas manejado							
2	Caso de operación							
3	Flujo normal, kg/h							
4	Flujo mínimo, kg/h							
5	Flujo máximo, kg/h							
6	Flujo normal, m3/h std. @ 15°C y 1 atm.							
7	Flujo mínimo, m3/h std. @ 15°C y 1 atm.							
8	Flujo máximo, m3/h std. @ 15°C y 1 atm.							
9	Flujo normal, m3/h @ condiciones de entrada P y							
10	Flujo mínimo, m3/h @ condiciones de entrada P y							
11	Flujo máximo, m3/h @ condiciones de entrada P y							
12	Peso molecular							
13	CONDICIONES DE SUCCIÓN							
14	Presión, en kg/cm2 abs.							
15	Temperatura, °C							
16	Densidad, kg/m3							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
4	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
5	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
6	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 9. Lista de verificación de la hoja de datos de proceso de compresores.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto		Especialidad:					
			Clave:					
			Revisión:					
			Fecha:					
			No. de hoja:					
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)	Hoja de Datos de Proceso de Compresores							
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)	Revisión:		Fecha:					
No.	Concepto a verificar	Sí	No	NA	Com			
<b>B</b>	<b>Condiciones de operación (Continuación)</b>							
17	Factor de compresibilidad "z"							
18	"k", Cp/Cv							
19	Humedad relativa, %							
20	CONDICIONES DE DESCARGA							
21	Presión, en kg/cm <sup>2</sup> abs							
22	Temperatura estimada, °C							
23	"z" estimado							
24	"k" estimado							
<b>C</b>	<b>Tipo de accionador</b>							
1	Motor de inducción, turbina de vapor, engranes u							
<b>D</b>	<b>Servicios auxiliares</b>							
1	Energía eléctrica							
1.1	Voltaje							
1.2	Fases							
2	Vapor, kg/cm <sup>2</sup>							
2.1	Presión, °C							
2.2	Temperatura							
3	Agua de enfriamiento							
3.1	Presión de suministro y retorno, kg/cm <sup>2</sup>							
3.2	Temperatura de suministro y de retorno, °C .							
<b>E</b>	<b>Análisis del gas a condiciones de operación</b>							
<b>F</b>	<b>Notas</b>							
<b>G</b>	<b>Cuadro de revisiones</b>							
1	Número de revisión							
2	Iniciales de quien elaboró y fecha							
3	Iniciales de quien revisó y fecha							
4	Iniciales de quien aprobó y fecha							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 9. Continuación

### **3.10 Supervisión Técnica de la Lista de Líneas de Proceso y Servicios Auxiliares**

La Lista de Líneas de Proceso y Servicios Auxiliares son el registro de todas las líneas de proceso y de servicios auxiliares de la planta o instalación del proyecto que se elabora en la etapa de ingeniería básica, y el de las líneas de proceso, de servicios auxiliares y desfuegos que se formula en la etapa de ingeniería de detalle.

Es importante supervisar este documento porque en él se indica el diámetro de tubería, clave de identificación, número consecutivo, especificación de tubería, origen y destino, aislamiento térmico, trazado para calentamiento, condiciones de operación y de diseño, tipo, presión de prueba, y requerimientos específicos. Cuando aplica, también se indica si son líneas de arranque, paro, lavado o regeneración. Para el caso de modificaciones, se describe si la línea debe ser desmantelada, sustituida o bien si es línea nueva.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente de la lista de líneas de Proceso y Servicios Auxiliares:

- I.** Diámetro nominal de la tubería.
- II.** Identificación del fluido
- III.** Número secuencial de línea
- IV.** Especificación de la tubería
- V.** Aislamiento térmico
  - Tipo
  - Espesor
  - Tipo de trazado para calentamiento
- VI.** Localización de la línea:
  - Por el número de diagrama de tubería e instrumentación (DTI) en el que se encuentra la línea
  - Por el origen de la línea. Identificación del equipo o línea de origen
  - Por el destino de la línea. Identificación del equipo o línea de destino
- VII.** Condiciones de operación y diseño como:
  - Presión de operación (normal y máxima)
  - Temperatura de operación (normal y máxima)
  - Presión de diseño
  - Temperatura de diseño



- Fase del fluido
- VIII.** Observaciones o descripciones, por ejemplo:
- Indicación si es línea de arranque, paro, lavado o regeneración.
  - Cualquier aclaración que el licenciador o la contratista considere importante para el diseño de esta línea.
- IX.** Notas como las siguientes:
- Existente (conserva su clave original) (aplica para revamps)
  - Existente modificada (conserva su clave original, adicionada de “M”) (aplica para revamps)
  - Nueva (se le asigna el nuevo número que le corresponda en el proyecto, adicionado de “N”) (aplica para revamps)
  - Cancelado (línea eliminada que conserva su clave original;) Si una línea es eliminada deberá indicarse como “cancelada” en la columna de Notas; su número de identificación (clave) no se suprimirá ni dicha clave será asignada a ninguna otra línea (aplica para revamps).
  - Reemplazada (conserva su clave original, adicionado de “R”) (aplica para revamps)
  - Se incorporarán las notas adicionales requeridas para facilitar el conocimiento, los parámetros críticos de funcionalidad, las condiciones especiales y su aplicación en las diversas fases del proyecto.
- X.** Que presente la información exacta, completa y coincidente con la del documento mandatorio fuente y con la de los otros documentos relacionados.

La supervisión de este documento la hace las especialidades involucradas como es proceso y tuberías.

A continuación se muestra la lista de verificación No. 10 de la Lista de Líneas de Proceso y Servicios Auxiliares que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería, contratista u Organismo Subsidiario al que corresponde el proyecto						Especialidad:		
							Clave:		
							Revisión:		
							Fecha:		
							No. de hoja:		
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>									
Proyecto (Número, Descripción)							Lista de Líneas de Proceso y Servicio		
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)							Revisión:	Fecha:	
No.	Concepto a verificar					Sí	No	NA	Com
<b>1</b>	<b>Identificación de la línea</b>								
1	Diámetro nominal de la tubería								
2	Identificación del fluido.								
3	Número secuencial de línea								
4	Especificación de la tubería								
<b>2</b>	<b>Aislamiento térmico</b>								
1	Tipo								
2	Espesor								
3	Tipo de trazado para calentamiento								
<b>3</b>	<b>Localización de la línea</b>								
1	Número de DTI donde se encuentra la línea								
2	Origen de la línea. Identificación del equipo o línea de origen.								
3	Destino de la línea. Identificación del equipo o línea de destino								
<b>4</b>	<b>Condiciones de operación y diseño</b>								
1	Presión de operación (normal y máxima)								
2	Temperatura de operación (normal y máxima)								
3	Presión de diseño								
4	Temperatura de diseño								
5	Fase del fluido								
<b>5</b>	<b>Observaciones o descripción de la línea</b>								
1	Línea de arranque, paro, lavado o regeneración.								
2	Otras observaciones								
<b>6</b>	<b>Notas</b>								
	Las que apliquen								
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario	
<b>Notas:</b>									
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.								
2	Los cometarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.								
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.								

Lista 10. Lista de verificación de Lista de líneas de Proceso y Servicios Auxiliares.

### **3.11 Supervisión Técnica del Plano de Localización de Equipo de Proceso**

El Plano de Localización de Equipo de Proceso es una representación gráfica bidimensional en proyección horizontal de la ubicación del equipo de proceso que conforma una planta, o en su caso, de servicios auxiliares, de instalaciones de integración y complementarias relacionadas, definido por el tecnólogo o la entidad responsable del diseño, en correspondencia con los diagramas de bloque y de flujo de proceso, y en función del mejor flujo físico de las corrientes a través de la instalación.

Es importante supervisar este documento por en él se muestra el arreglo general del equipo de proceso con dimensiones preliminares y la localización de la soportaría de tuberías según la propuesta del desarrollador de la ingeniería básica, considerando los espaciamientos entre equipos conforme a la normatividad como por ejemplo la NRF-010-PEMEX-2004; además de que incluye la orientación geográfica y la dirección de los vientos reinantes, así como un croquis de localización. En el plano se indican las coordenadas de localización del equipo.

Se revisa, se verifica y se valida lo siguiente del Plano de Localización de Equipo:

- I. Localización y geometría de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.
- II. Nombre de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.
- III. Ubicación de los equipos de proceso en cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.
- IV. Nombre y clave de los equipos mostrados.
- V. Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de los equipos mostrados.
- VI. Dimensiones preliminares de los equipos mostrados.
- VII. Localización de los equipos de proceso mostrando espacios requeridos para operación y mantenimiento, niveles de piso terminado y de operación, ubicación y dimensiones preliminares de edificios relacionados con equipos de proceso, soportes (racks) de tuberías, accesos para montaje y suministro, espacios para circulación y demás instalaciones principales relacionadas.

- VIII. Distribución y separación de las instalaciones desarrolladas con base en las distancias que indican las normas de referencias como la NRF-010-PEMEX-2014.
- IX. Niveles generales de áreas o plataformas del proyecto.
- X. Croquis de localización.
- XI. Orientación geográfica mostrando el norte geográfico y el de construcción.
- XII. Dirección de vientos reinantes, referidos al norte de construcción.
- XIII. Simbología convencional
- XIV. Cuadro de conformidad y autorización de los responsables de supervisión de ingeniería.

**Para ampliaciones o modificaciones de plantas, servicios auxiliares, instalaciones de integración o complementarias existentes (revamps).**

- XV. Las instalaciones y equipos de proceso existentes.
- XVI. Los equipos nuevos.
- XVII. Los equipos que se modificarán.
- XVIII. Los equipos que cambiarán de servicio.
- XIX. Los equipos que quedarán fuera de servicio.
- XX. Pantallas o sombreados que diferencien gráficamente los equipos existentes, nuevos, que se modificarán, que cambiarán de servicio y que quedarán fuera de servicio.
- XXI. Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de todos los equipos de proceso que conforman la planta, indicando los existentes, los nuevos, los que se modificarán, los que cambiarán de servicio y los que quedarán fuera de servicio.

El plano de localización de equipo incorporará notas adicionales requeridas para facilitar el conocimiento y las condiciones especiales o las características de los equipos, relativas a su ubicación o que deban observarse durante el desarrollo del proyecto. El sistema de numeración (claves) con el que se identifiquen los equipos en el PLG será el que el cliente establezca en los Términos de Referencia, y deberá ser consistente con la Lista de Equipos de Proceso (LEP) y con la información respectiva contenida en los documentos relacionados que se indican en la matriz No 11 de correlación de atributos indicada en el capítulo anterior del presente trabajo.

. A continuación se muestra la lista de verificación No. 11 del Plano de Localización de Equipo de Proceso que debe de llenar el especialista de ingeniería.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería ó empresa al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
					No. de hoja:			
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Plano de Localización General de Equipos de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>1</b>	<b>Datos Generales</b>							
1	Nombre de la firma de ingeniería ó empresa quien hace la ingeniería.							
2	Nombre del proyecto							
3	Número del proyecto							
4	Nombre de la planta o instalación del proyecto							
5	Localización							
6	Unidad de proceso							
7	Número de revisión del PLG							
<b>2</b>	<b>Contenido técnico</b>							
1	Localización y geometría de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.							
2	Nombre de cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.							
3	Ubicación de los equipos de proceso en cada una de las áreas o secciones de la planta o, en su caso, de los servicios auxiliares o instalaciones de integración o complementarias.							
4	Nombre y clave de los equipos mostrados.							
5	Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de los equipos mostrados.							
6	Dimensiones preliminares de los equipos mostrados.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 11. Plano de Localización de Equipo de Proceso.

LOGOTIPO	Nombre de la firma de ingeniería ó empresa al que corresponde el proyecto				Especialidad:			
					clave:			
					Revisión:			
					Fecha:			
		No. de hoja:						
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN</b>								
Proyecto (Número, Descripción)					Plano de Localización General de Equipos de Proceso			
Verificador (Nombre, Fecha y Firma)					Revisión:		Fecha:	
No.	Concepto a verificar				Sí	No	NA	Com
<b>2</b>	<b>Contenido técnico (Continuación)</b>							
7	Localización de los equipos de proceso mostrando espacios requeridos para operación y mantenimiento, niveles de piso terminado y de operación, ubicación y dimensiones preliminares de edificios relacionados con equipos de proceso, soportes (racks) de tuberías, accesos para montaje y suministro, espacios para circulación y demás instalaciones principales relacionadas.							
8	Distribución y separación de las instalaciones desarrolladas con base en las distancias que indica la norma de referencia NRF-010-PEMEX-vigente.							
9	Niveles generales de áreas o plataformas del proyecto.							
10	Croquis de localización.							
11	Orientación geográfica mostrando el norte geográfico y el de construcción.							
12	Dirección de vientos reinantes, referidos al norte de construcción.							
13	Simbología convencional de PEMEX.							
14	Cuadro de conformidad y autorización de los responsables de supervisión de ingeniería.							
<b>3</b>	<b>Ampliaciones o modificaciones de plantas, servicios auxiliares, instalaciones de integración o complementarias existentes (revamps). Además de cumplir con los datos generales y el contenido técnico listados arriba, en el PLG de revamps se mostrarán:</b>							
1	Las instalaciones y equipos de proceso existentes.							
2	Los equipos nuevos.							
3	Los equipos que se modificarán.							
4	Los equipos que cambiarán de servicio.							
5	Los equipos que quedarán fuera de servicio.							
6	Pantallas o sombreados que diferencien gráficamente los equipos existentes, nuevos, que se modificarán, que cambiarán de servicio y que quedarán fuera de servicio.							
7	Tabla con el listado de los nombres y las claves de identificación de todos los equipos de proceso que conforman la planta, indicando los existentes, los nuevos, los que se modificarán, los que cambiarán de servicio y los que quedarán fuera de servicio.							
	Sí=	Cumple	No=	No cumple	NA=	No aplica	Com=	Comentario
<b>Notas:</b>								
1	En la columna de "Com" indicar con número (1, 2, 3, etc), si existen comentarios la concepto revisado.							
2	Los comentarios (si existen) deben indicarse en la hoja respectiva adjunta de este formato.							
3	Cuando existan comentarios, el responsable de la supervisión debe verificar que el documento sea corregido y firmar al final de la hoja de "comentarios" cuando la actividad haya sido terminada.							

Lista 11. Continuación

## CONCLUSION

La supervisión de documentos de ingeniería es importante porque garantiza una mayor certeza en que el proyecto o la ingeniería termine y cumpla con los requerimientos, alcances, criterios de diseño acordados desde el inicio del proyecto satisfaciendo las necesidades del cliente; esto es que la supervisión genera la calidad de la ingeniería al costo y tiempo planeado. La supervisión comprende y se realiza en tres etapas que son la revisión, la verificación y la validación de documentos de ingeniería de proyectos que sirven para el diseño, remodelación, ampliación, rehabilitación, actualización, etc. de plantas de proceso chicas, medianas o grandes.

La metodología de supervisión de los documentos de ingeniería presentada en este trabajo está enfocada a la industria del petróleo y de manera general la metodología consiste en la supervisión técnica y de forma.

Los 11 documentos mostrados proporcionan al egresado de la carrera de ingeniería química la forma de supervisar los documentos en la ingeniería de proyectos de la industria mencionada.

## GLOSARIO

**Alcance:** Es todo el trabajo que se debe de realizar con el fin de producir todos los entregables del proyecto.

**Alcance definitivo del proyecto:** Es la declaración del alcance de proyecto detallado una vez elaborada la Ingeniería Básica.

**Atributos:** Se refieren a las cualidades o propiedades que debe tener la información contenida en un entregable, y que tiene intersección o relación con otros documentos entregables de ingeniería de la propia especialidad y/o de otras especialidades, y que requieren revisión y consistencia entre ellos.

**Bases de usuario:** Son el documento que describe las necesidades y requerimientos del área solicitante del proyecto para disponer de la infraestructura necesaria que le permita llevar acabo sus actividades productivas, modernizar sus instalaciones, o aprovechar una oportunidad de negocio, así como fortalecer la seguridad industrial y la protección del medio ambiente.

**Calidad del proyecto:** La calidad del proyecto es que esta hecho de la mejor manera posible cumpliendo con los objetivos planeados inicialmente.

**Capacidad de las instalaciones:** Capacidad de diseño de salida de los productos con especificaciones, generalmente se indica como factor en línea, conversión o flujo de diseño.

**Check list:** Es una lista de control o chequeo del proyecto.

**Ciclo de vida del proyecto:** El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin y su relación entre sí, e incluye un panorama general de la estructura de la organización que puede influir en el proyecto y la manera en este es dirigido.

**Ciclo de vida esperado del proyecto:** Es el tiempo que se espera que las instalaciones estén en condiciones de operación de acuerdo a los requerimientos y premisas del proyecto, considerando el cierre y el desmantelamiento de la unidad productiva.

**Cliente:** Un cliente es aquella persona natural o jurídica que realiza la transacción comercial denominada compra. O persona que accede a un producto o servicio a partir de un pago. Existen clientes que constantes, que acceden a dicho bien de forma asidua, u



ocasionales, aquellos que lo hacen en un determinado momento, por una necesidad puntual.

**Código de diseño:** Un código es el conjunto unitario, ordenado y sistematizado de normas.

Conjunto de procedimientos de Ingeniería que sirven para el diseño, fabricación o construcción de sistemas, equipo, materiales, etc., y que son necesarios para asegurar que se utilice el mismo criterio para condiciones similares.

**Contratista:** Un contratista es la persona o empresa que es contratada por otra organización o particular para la construcción de un edificio, carretera, instalación o algún trabajo especial, como refinerías o plataformas petroleras por ejemplo. Estos trabajos pueden representar la totalidad de la obra, o bien partes de ella, divididas de acuerdo con su especialidad, territorialidad, horario u otras causas.

El término con que se designa al contratista hace referencia al contrato que realiza con el constructor, promotor o cliente para dichas obras de construcción de acuerdo con los documentos del contrato, que por lo general incluyen el catálogo de conceptos, las condiciones generales y especiales, los planos y especificaciones del proyecto arquitectónico preparadas por el proyectista, que puede ser un arquitecto, un ingeniero civil, un diseñador industrial u otro especialista.

Un contratista es responsable de proporcionar todos los materiales, equipo (vehículos y herramientas) y la mano de obra necesarios para la construcción del proyecto; aunque dado el caso puede proporcionar, por ejemplo, solamente el recurso humano. Para ello, es común que el contratista se apoye en otras personas u organizaciones para que realicen determinado tipo de trabajos especializados; a ellos se les llama subcontratistas y a él, contratista general.

La diferencia entre un contratista y un subcontratista no radica específicamente en su capacidad, experiencia o ramo, sino en que hace referencia especialmente al tipo de relación que lleva con el cliente final, es decir, si fue directamente contratado por él para realizar los trabajos, o si es contratado por algún intermediario. Por ello, es común que en la práctica, un particular subcontrate a una empresa constructora para realizar el proyecto, o en caso contrario que una empresa constructora subcontrate a varios particulares para ejecutar los mismos trabajos, y que en todos los casos todos ocupen distintos escaños en el organigrama de una obra a otra distinta.

**Control de proceso:** Es controlar las variables dependientes de un proceso como es presión, temperatura, flujo y nivel para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia, reducir impacto ambiental, mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.

**Criterios de diseño:** Los criterios de diseño de son aquellos que toma el diseñador, y que solo él los toma según sus conocimientos y el caso particular de estudio, generalmente los diseñadores pueden tener criterios distintos a la hora de dar solución a un problema específico.

Los parámetros son los que te determinan la situación, las características de la zona de estudio, el clima, etc. Los criterios de diseño son una herramienta de comunicación para el proyecto.

**Desarrollo de ingeniería:** Actividad del contratista en la generación de información con documentos descriptivos y técnicos, basados en los requerimientos del proyecto, bases de diseño y normatividad aplicable (técnica, seguridad, ambiental y administrativa) descritas en las bases de contratación.

**Desempeño:** Resultado final de una actividad.

**Deliberar:** Reflexionar antes de tomar una decisión, considerando detenidamente los pros y los contras o los motivos por los que se toma.

**Documentos principales:** Significan los documentos de ingeniería que deberían ser supervisados, validados y firmados por la empresa supervisora, para que se consideren como aprobados para construcción.

**Efectividad:** Capacidad para producir el efecto deseado y/o cualidad de lo que es real, verdadero o válido.

**Eficacia (fines):** “consecución de metas”. Se define “como hacer las cosas correctas”, es decir, las actividades de trabajo con las que la organización alcanza sus objetivos.

La eficacia tiene que ver con los fines, con la consecución de las metas de la organización.

**Eficiencia (medios):** “aprovechamiento de recursos”. Consiste en obtener los mayores resultados con la mínima inversión. Como los gerentes tienen recursos escasos (de personas, dinero y equipo) se preocupan por aprovecharlos eficientemente.

La eficiencia es “hacer las cosas bien”, es decir, no desperdiciar los recursos.

**Entregable:** Producto generado durante la ejecución de las diferentes actividades de las etapas de la fase de diseño y acreditación.

**Entregables definidos:** Son listados de documentos que se entregan como dibujos, correspondencia, permisos, documentos relacionados con la administración de seguridad y salud, libro de proyecto, dossier de calidad, memorias de cálculo, partes de repuesto, documentos de procura, isométricos y detalles de erección, documentos As Built, documentos de aseguramiento de calidad. Hacer referencia a los documentos del proyecto.

**Entregables de ingeniería:** Los entregables de ingeniería están constituidos por planos, diagramas, descripciones, formatos, etc. Que contienen información de diversa naturaleza y en su conjunto se integran en paquetes de ingeniería conceptual, ingeniería básica e ingeniería de detalle; se elaboran de manera secuencial e interdependiente y se completan de manera progresiva, conforme se avanza en la ejecución de la ingeniería

**Equipo de proyecto:** Los especialistas, técnicos y administrativos que desempeñan los roles específicos y contribuyen en su conjunto al desarrollo de las actividades requeridas en cada etapa del proyecto, liderados por un director de proyecto, incluyen normalmente personal orientado a actividades de ingeniería, procura, inspección, construcción, administración y control, etc.

**Errores de forma:** Son errores del formato, ortografía, errores de localización de notas, entre otros.

**Errores técnicos:** Son errores de condiciones de operación (presión, temperatura, flujo, etc), en los cálculos, en la selección de la normatividad y criterios de diseño.

**Especialista:** Un especialista es una persona que cultiva o practica una rama determinada de un arte o una ciencia. Un título o diploma formal es dado a personas que concluyen un curso técnico, o de graduación, o de posgraduación, en la referida temática o área. Un especialista en una determinada materia a veces también es llamado profesional.

**Estándares de diseño:** Documento que establece parámetros tales como las características fisicoquímicas y mecánicas de los materiales, valores y rangos de aplicación en el diseño y fabricación de equipo, instalaciones o sistemas de una planta.

**Especificación:** Descripción de las características que debe reunir una instalación, material, equipo, producto o servicio, relativas a su diseño, construcción, operación, mantenimiento, composición, uso o desempeño.

**Especificación técnica:** Documento que contiene los requerimientos técnicos para el diseño, fabricación, construcción, prueba, operación, etc. De un equipo, material, proceso, instalación o sistema de una planta.

**Estándares:** Información que sirve de referencia para medir la calidad.

**Etapas de ingeniería:** Son los periodos en el que ese divide el proceso de ingeniería. Las etapas son las siguientes; ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería de detalle, ejecución, pruebas y puesta en marcha de la planta y por último el cierre del proyecto.

**Expansión futura:** Lista de requerimientos que deben tomarse en cuenta en el diseño de la unidad productiva, que facilitaran la futura expansión, por ejemplo espacios para un tren futuro, dejar habilitadas interconexiones para futuras aplicaciones, estructuras que permitan adiciones.

**Explícito:** Es aquello que expresa un cosa con claridad y determinación.

**Extrínseco:** Que es impropio de una cosa o es exterior a ella. Que es externos, no esencial.

**Firma de ingeniería:** Son empresas consultoras o empresas de consultoría, son empresas de servicios profesionales con experiencia o conocimiento específico en un área, que asesoran a otras empresas, a grupos de empresas, a países o a organizaciones en general.

**Flexibilidad:** En los procesos intermitentes el equipo puede utilizarse para llevar a cabo varias operaciones unitarias, por ejemplo, un recipiente con agitador puede usarse como reactor de tanque agitado, como mezclador o como recipiente para extracción liquido – liquido. También permite hacer cambios en las tasas de producción cuando la demanda del producto en el mercado disminuye, reduciendo así el número de lotes por unidad de tiempo. Sin embargo, si se intenta flexibilizar un equipo dentro de un proceso continuo, éste permanecerá sin utilizarse durante meses.

**Ingeniería:** La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la creación, perfeccionamiento e implementación de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad.

Para ella, el estudio, conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, la física y otras ciencias es aplicado profesionalmente tanto para el desarrollo de tecnologías, como para el manejo eficiente de recursos y/o fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. La ingeniería es la actividad de transformar el conocimiento en algo práctico.

Otra característica que define a la ingeniería es la aplicación de los conocimientos científicos a la invención o perfeccionamiento de nuevas técnicas. Esta aplicación se caracteriza por usar el ingenio principalmente de una manera más pragmática y ágil que el método científico, puesto que la ingeniería, como actividad, está limitada al tiempo y recursos dados por el entorno en que ella se desenvuelve.

**Ingeniería básica:** Es la información técnica relativa a la tecnología, que normalmente proporciona un licenciador, para el diseño de una instalación; representa el punto de partida para la elaboración de las siguientes etapas de ingeniería (ingeniería de detalle (precedentes a las actividades de construcción)).

**Ingeniería Conceptual:** Información técnica preliminar que define los requerimientos y condiciones con las que se deberá desarrollar un proyecto acorde a las necesidades del usuario utilizando una propuesta tecnológica de referencia.

En este caso se considera a la *propuesta tecnológica* tomada de la literatura abierta, como aquella información y procedimientos, tanto de proceso como de producción, que definan un proyecto de acuerdo a los requerimientos establecidos en la etapa de Visualización.

En el desarrollo de la Ingeniería Conceptual se establecen los primeros cálculos de acuerdo a especificaciones de productos, para realizar dimensionamientos preliminares de equipos o secciones de proceso, así como, carga de insumos, almacenamiento, distribución, transporte de productos e infraestructura requerida.

La ingeniería Conceptual tiene como principales propósitos los siguientes:

1. Permitir al grupo de desarrollo de Ingeniería de proceso iniciar con la determinación de datos específicos que serán utilizados en el desarrollo del diseño del proceso y de la Ingeniería Básica.

2. Permitir la elaboración del estimado de Inversión Clase V
3. Proporcionar información al usuario para evaluar los riesgos del proyecto y realizar su evaluación económica.

La ingeniería conceptual es fundamental para la definición de proyectos, por lo que debe desarrollarse durante la fase de diseño y acreditación. Se elabora partiendo de los requerimientos normativos, de seguridad, ambientales, comerciales (incluyendo incremento de capacidad), modernización y/u optimización de tecnología.

**Ingeniería de detalle:** La ingeniería que se debe de desarrollar para la construcción de las obras tomando en cuenta la ingeniería básica, normas, especificaciones técnicas, requisitos técnicos establecidos en el contrato de obra o de servicios relacionados con la obra pública e información de fabricantes.

**Ingeniería de Detalle aprobada para Construcción (APC).** Es una Ingeniería con la inclusión de la Ingeniería Básica sin cambios y completamente definida en un modelo 3D, cuyo volumen de obra es definitivo y sujeto a cotización firme. De acuerdo a la información disponible, no ha existido un solo proyecto APC, que no haya requerido de modificaciones y ajustes, por lo que se debe analizar cuidadosamente el establecer un contrato con esas características.

**Ingeniería de detalle antes de procura:** Es una ingeniería de detalla con las especificaciones de ingeniería de proyecto que incluye diseños en 3D de la especialidades que permitan efectuar la construcción con una cuantificación de volumen de obra sin información de fabricantes y proveedores, en este caso se han desarrollado las especificaciones y órdenes de compra de los principales equipos de proceso que requieren su adquisición considerando sus tiempos de fabricación.

En muchos casos, se presenta un grave problema por no contar con la información final del fabricante, pues el peso y características de los equipos, sobre todos los dinámicos, pueden modificar los datos de cimentación, haciendo que se presenten interferencias que tengan que modificar drenajes, ductos eléctricos, racks, tubería área, y otras instalaciones.

Para minimizar estos trabajos de corrección y ajuste, es estrictamente necesario contar con modelos 3D que permitan prever o resolver de una mejor manera las consecuencias.

**Ingeniería de detalle después de procura:** Es la que se desarrolla con los requerimientos de ingeniería de proyecto con diseños en 3D (si es el caso), con capacidades de equipo, conductores y canalizaciones seleccionadas de acuerdo a memorias de cálculo, selección de materiales y accesorios de acuerdo al tipo de instalación y alcance de proyecto, que permite la cuantificación de volumen de obra, con información de fabricante de equipo seleccionado. Muestra el alcance completo de un proyecto con el diseño final de los planos, en base a diagramas, arreglos generales de la planta, áreas y edificio confirmados, con datos de equipos ya adquiridos. Con lo que se define totalmente los requerimientos de construcción.

**Ingeniería “tal y como quedo construido” (As Built).** Fundamentalmente se trata de información en 3D cuando los proyectos son terminados. La Ingeniería As Built son fundamentalmente dibujos y/o datos finales, surge como la necesidad de plasmar en documentos la información final del proyecto, sobre todo cuando se ha partido de un FEED o de Ingeniería de detalle Antes de Procura.

**Ingeniería de proyectos:** La ingeniera de proyectos es un conjunto de actividades encaminadas a desarrollar desde los documentos básicos hasta los planos de construcción, especificaciones, documentos de compra con el fin de adquirir los equipos y materiales necesarios para construir y poner en operación una planta química para obtener un producto con determinadas características.

La ingeniera de proyectos es la etapa dentro de la formulación de un proyecto de inversión donde se definen todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

En el desarrollo de un proyecto de inversión a la ingeniería le corresponde definir:

1. Todas las máquinas y equipos necesarios para el funcionamiento y establecimiento productivo.
2. Lugar de implantación del proyecto
3. Las actividades necesarias para el suministro de los insumos y productos
4. Diseñar el plano y funcional y material de la planta productora
5. Determinar las obras complementarias de servicios públicos
6. Definir los dispositivos de protección ambiental
7. Determinar gastos de inversión y costos durante la operación

8. Planear el desarrollo del proyecto durante la instalación y la operación. Es importante definir algunos conceptos básicos para poder realizar la ingeniería de proyectos.

La ingeniería de proyectos se divide en:

1. Ingeniería Básica
2. Ingeniería de Detalle
3. Ingeniería de Procura
4. Construcción
5. Pruebas y Arranque

**Interlocks:** Son circuitos de control de secuencias para que se actúen cuando se dan las condiciones preestablecidas. Se utiliza para arrancar instalaciones y como protección de equipos y personal en sistemas mecánicos.

Es un circuito de seguridad que impide el funcionamiento de un equipo si no se cumple con una pre condición, uno de los circuitos más conocidos es el de presión de aceite de un motor, que impide que el motor funcione si no hay presión de aceite que asegure su correcto funcionamiento, otro es el que impide que un ascensor funcione si las puertas no están cerradas.

**Libro de ingeniera básica:** Es toda la información básica de la construcción del proyecto.

**Líder:** El líder es aquella persona que es capaz de influir en los demás. El liderazgo no tiene que ver con la posición jerárquica que se ocupa:

Una persona puede ser el jefe de un grupo y no ser su líder y, al contrario, puede ser el líder sin ser el jefe.

El jefe decide lo que hay que hacer en virtud de la autoridad que le otorga su posición jerárquica.

**Licenciador o tecnólogo:** Empresa o compañía que suministra la tecnología, licencia e ingeniería básica para el proyecto y es propiedad del proceso utilizado.

El líder, sin disponer necesariamente de esta autoridad jerárquica, tiene también capacidad de decidir la actuación del grupo en base a la influencia que ejerce, que viene determinada por la "autoridad moral" que ejerce sobre el resto del equipo.



**Licenciamientos:** Son compañías que Abarcan nuevas tecnologías o combinaciones de productos.

**Lista maestra de ingeniería:** Es un documento que contienen el alcance del proyecto, es decir contiene todo los documentos que se necesitaran para proyecto, contiene el costo por cada documento y el total y el tiempo programado.

**Memorias de cálculo:** Las memorias de cálculo son los procedimientos descritos de forma detallada de cómo se realizaron los cálculos de las ingenierías que intervienen en el desarrollo de un proyecto de construcción. Documento en que se presenta a detalle los cálculos que sirvieron de base para el diseño estructural de un proyecto.

**Niveles de output:** Son niveles de salidas o resultados.

**Niveles de supervisión:** Es el nivel de cumplimiento con las bases de diseño, con los documentos relacionados, de la normatividad técnica aplicable, especificaciones, herramientas de cálculo, de la información de los entregables. Es el cumplimiento del proceso de supervisión.

**Normas:** Es una regulación técnica que expide el gobierno por ejemplo: *American Society of Mechanical Engineers* (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) ASME, American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Pruebas de Materiales) ASTM, entre otras.

**Norma de Referencia (NRF):** Es la elaborada por las entidades de la Administración Pública Federal, conforme a las cuales adquieran, arrienden o contraten bienes o servicios, cuando las Normas Mexicanas o Internacionales no cubran los requerimientos de dichas entidades, o bien las especificaciones contenidas en las normas se consideren inaplicables u obsoletas.

**Norma o Lineamiento Extranjero:** Regulación técnica que expide el gobierno de otro país, o bien, sus organismos nacionales de normalización, y cuya aplicación es de carácter local, por lo cual, no están reconocidas por el Gobierno de México en los términos del derecho internacional, caen en este caso las normas o lineamientos elaborados por Organismos tales como: DIN, JIS, ASME, API, ASTM, NEMA y NFPA.

**Norma o Lineamiento Internacional (ISO, IEC):** La norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo

internacional relacionado con la materia, reconocido por el Gobierno Mexicano en los términos del derecho internacional.

**Objetivos del proyecto:** Los objetivos son el enunciado de los propósitos de la investigación e identifican claramente lo que se pretende lograr. Este tiene que ir de acuerdo con lo que se quiere al finalizar el proyecto. Se divide en dos: el objetivo general y los objetivos específicos. El objetivo general permite visualizar el propósito global, mientras que los objetivos específicos se refieren a los componentes. Es muy importante tener el objetivo presente en el proyecto.

**Paquete tecnológico:** Es un conjunto de procesos y productos (insumos) que usa cada empresa para generar su bien final. Un paquete tecnológico distingue una amplia gama de tecnologías que pueden ser adoptadas por las empresas y sobre las cuales se definen las políticas a seguir por parte de cada organización, ya que no es lo mismo basar sus procedimientos en una tecnología de equipo que en una de producto, por ejemplo. Dentro de las clases a distinguir, podemos encontrar la tecnología de producto, que es la utilizada cuando se enfoca el proceso únicamente al producto final, haciendo énfasis en su transformación; la tecnología de proceso, que define la materia prima y los recursos, mas no la forma de transformación; la tecnología de equipo y la de operación, que definen la eficacia y la eficiencia de los procesos.

**Planeación:** Es un proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. Es un proceso de toma de decisiones para alcanzar objetivos.

**Planificación del proyecto:** Análisis de la situación, identificación de los problemas, definición de la meta, formulación de estrategias, diseño de plan de trabajo y distribución de presupuestos.

**Previsión:** Suposición o conocimiento anticipado de algo; prever.

**Procura.** Proceso de selección y adquisición del equipo y materiales para la obra electromecánica, así como, con los sistemas de instrumentación y control de las instalaciones. La procura requiere de conocimientos técnicos establecidos en los diseños, incluyendo conceptos económicos como son: términos de pago, fórmulas de escalación, costos de fletes y normatividad arancelaria.

Inicia con la solicitud de cotizaciones, tabulaciones y selección de proveedores. Elabora las órdenes de Compra de acuerdo a las especificaciones técnicas, revisa los dibujos de fabricante, atestigua las pruebas en Fábrica, verifícalos Dossiers de Calidad y termina con la aceptación de los equipos y materiales.

La actividad de Procura es de extrema importancia para el correcto desarrollo y cumplimiento de los proyectos, en donde los ingenieros Especialistas cumplen un rol muy importante, pues es necesario que las adquisiciones se apeguen a la normatividad y los requerimientos de funcionalidad y calidad establecidos.

En el caso de que sean las compañías contratistas las encargadas de realizar esta actividad, el ingeniero de supervisión de ingeniería deberá desarrollar las actividades de verificación correspondientes, asegurando que los bienes adquiridos se apeguen a las especialidades y normatividad con las que fueron concursados.

**Productividad:** es la relación de productos-insumos en un periodo específico con la debida consideración de la calidad.  $productividad = \frac{\text{productos}}{\text{insumos}}$  (En un periodo específico y considerando la calidad).

**Proyecto:** Es una serie de actividades (inversiones) que pretende resolver problemas particulares dentro de un periodo y en un emplazamiento determinado.

**Proyecto integral:** Es un conjunto de unidades de inversión diferenciales que buscan un objetivo común medible y que permiten generar sinergias positivas al agruparse.

Es aquel en el que el contratista se obliga desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyendo investigaciones previas, estudios, diseños, elaboración de proyecto ejecutivo y proyectos de todo tipo, la obra civil, producción, fabricación, traslado, instalación, equipamiento, bienes inmuebles, construcción total de la obra, capacitación, pruebas e inicio de operación del bien construido, incluyendo, cuando se requiera transferencia de tecnología.

**Proyecto integral nuevo:** Es todo proyecto integral que involucre bienes y/o servicios nuevos, sujetos a la autorización del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos y en su caso, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a través de la Secretaría de Energía.

**Proyectos de inversión:** Se denomina cuando el enfoque se circunscribe exclusivamente a la *rentabilidad*. Los proyectos que contribuyen a ese logro, también se consideran “Sustantivos de Carácter Productivo”. Algunos ejemplos son: Incremento en la producción para cumplir con una demanda no satisfecha, incrementar la eficiencia productiva mediante cambios tecnológicos, proyectos que requieren ejecutarse por razones de Seguridad y Normatividad que no implican por si solos incremento en la rentabilidad, pero que son necesarios como resultado de un incidente o bien, por un cambio en una Normatividad Ambiental más rigurosa.

**Revamps:** Significa modernizar, rediseñar, readecuar, rehabilitar, etc.

**Rol:** Es una función definida que debe realizar un miembro del equipo del proyecto, tal como evaluar, archivar, inspeccionar, supervisar o codificar.

**Sistemático:** Que sigue o se ajusta a un sistema o conjunto de elementos ordenados, metódico que se ajusta a un conjunto organizado de reglas y/o se aplica a la persona que actúa con un método determinado y mucha constancia.

**Supervisión Consistente:** Se refiere a que la supervisión tiene un soporte metodológico y de conocimientos de la ingeniería, de tal manera, que permita, al ingeniero Especialista tener contenido o sustancia en su labor.

**Supervisión de ingeniería:** comparación de la información generada por la firma de ingeniería con respecto a los requerimientos establecidos en las bases técnicas. Se divide en revisión, verificación y validación.

**Supervisión Homogénea:** se refiere a que la labor de Supervisión sea realizada de la misma manera por todos los ingenieros Especialistas disminuyendo la subjetividad y preferencias particulares.

**Supervisión Sistémica:** Se refiere a la forma de realizar la supervisión de Ingeniería al compararse con el concepto de Sistema Abierto, ya que existe información de entrada, su procesamiento para adicionar vapor, y el respectivo producto terminado.

**Supervisión técnica:** Es el proceso mediante el cual se comprueba que los documentos entregables cumplen con las etapas de supervisión.

**Tecnología:** El grado de obtención del valor potencial de un recurso, mediante conocimientos y habilidades relativas al saber hacer y su combinación con sus recursos materiales, de manera sistemática, repetible y reproducible.

**Toma de decisiones:** Es el proceso por medio del cual se elige un curso de acción o una actividad con el fin de resolver un problema específico una serie de problemas.

**Transmitals:** Es un documento que expresa todos los entregables que se tiene que supervisar en conjunto con el mismo paquete de entregables.

## BIBLIOGRAFÍA

- [<sup>1</sup>] Project Management Institute, Inc. (2008). *Procesos de Dirección de Proyectos para un Proyecto. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (GUÍA DEL PMBOOK)*, EEUU.: Autor.
- [<sup>2</sup>] Cameron C. Smith. (1996). *Guías para Supervisores*. México: Trillas.
- [<sup>3</sup>] Robert W. Eckles & Ronald L. Carmichael & Bernard R. Sarchet. (1982). *Administración. Curso para Supervisores*. México: Limusa. p.5, p.7,p.47, pp.121-124, pp.129-130
- [<sup>4</sup>] Douglas McGregor. (2007). *El Lado Humano de las Empresas*. México: McGrawHill Interamericana. p.9, pp.43-57
- [<sup>5</sup>] Harold Koontz & Heinz Weihrich. (2006). *Administración un Perspectiva Global*. México: McGrawHill. p.13, pp.15-16, pp.350, p.626, pp.460-464, pp.498-500.
- [<sup>7</sup>] Jack Gido & James P. Clements. (2003). *En Administración Exitosa de Proyectos*. (pp.312-313, p.346, p.376, pp.386-396, p.400.). México: Thomson.
- [<sup>8</sup>] Stephen R. Covey. (2003). *Los 7 Hábitos de la Gente Realmente Efectiva: La Revolución Ética en la Vida Cotidiana y en la Empresa*. Nueva York: Buenos Aires Paidós. pp.161-168
- [<sup>11</sup>] Documentación Confidencial Y Reservada de Petróleos Mexicanos. Procedimientos, Manuales, Ingeniería, etc.
- [<sup>13</sup>] Sinnott Ray & Towler Gavin. (2012). *Diseño en Ingeniería Química*. España: Reverté. pp.4-5,13-16,154-195
- [<sup>14</sup>] González Margarita M. (2013). *Introducción a la Ingeniería de Procesos*. México: Limusa. pp.15-16, pp. 22-60, pp.63-128, pp.131-148, pp.85-86

## **Páginas Electrónicas:**

[6] <http://www.slideshare.net/akozak9/550-autoadministracion>

Recuperado el 19-noviembre-2013, 11:11pm

[9] <http://www.arghys.com/construccion/supervision.html>

Recuperado el 09-marzo-2014, 09:20pm

[10] <http://motivacionempresa.galeon.com/productos2280388.html>

Recuperado el 09-marzo-2014, 09:10pm

[12] [http://www.fundacionarauco.cl/\\_file/file\\_3878\\_errar%20no%20es%20siempre%20un%20error.pdf](http://www.fundacionarauco.cl/_file/file_3878_errar%20no%20es%20siempre%20un%20error.pdf)

Recuperado el 08-mayo-2014, 1:45 am

[15] [http://www.mgsimulation.netne.net/web\\_documents/base\\_y\\_criterios\\_de\\_dise\\_o.doc](http://www.mgsimulation.netne.net/web_documents/base_y_criterios_de_dise_o.doc)

Recuperado el 25-marzo-2014, 14:45pm

[16] <http://www.cimexico.mx/blog/item/principales-causas-de-la-rotacion-en-mexico.html>

Recuperado el 25-marzo-2014, 09:19pm