



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“PLANEACIÓN DE MACROPERAS Y OBRAS AUXILIARES
PARA LA PRODUCCIÓN DEL ACTIVO INTEGRAL
ACEITE TERCIARIO DEL GOLFO.”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

RODRIGO MENDIETA NÁJERA

DIRECTOR: M. en I. SERGIO MACUIL ROBLES



MÉXICO D. F.

2009



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.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, María del Carmen y Carlos, por siempre estar ahí para apoyarme, dándome todo su amor y apoyo, siendo la base de lo que soy y de lo que puedo llegar a ser.

A mi hermano, Gerardo, por siempre estar ahí distrayéndome junto con Chazz.

A Penny, por estar siempre a mi lado, brindándome todo su apoyo, recordando esas tardes de trabajo en equipo, así como por ser mi editora. T.A.

A Guille, por estar siempre encima de mí y de mis avances.

A mis amigos, Adrian, Arturo, Pepe y Ponce, por despertarme todos los días: sin ellos mis tardes hubieran sido largas y tediosas.

Como olvidar a Karla, que durante toda mi carrera siempre me apoyó, tanto académicamente como moralmente.

A Edificadora Lagos, sobre todo al Ing. José Luís Zamora Pérez, por darme la oportunidad de empezar en el ámbito laboral. Sin el no me hubiera sido posible obtener mucha de la información de esta tesis.

Al M. en I. Sergio Tirado Ledesma, por todo los ánimos, buenos consejos y atenciones.

A Fundación ICA, en particular al M. en I. Sergio Macuil Robles, por haberme apoyado a lo largo de esta tesis.

A mi abuelita, que donde quiera que este le hubiera encantado poder vivir este momento conmigo.

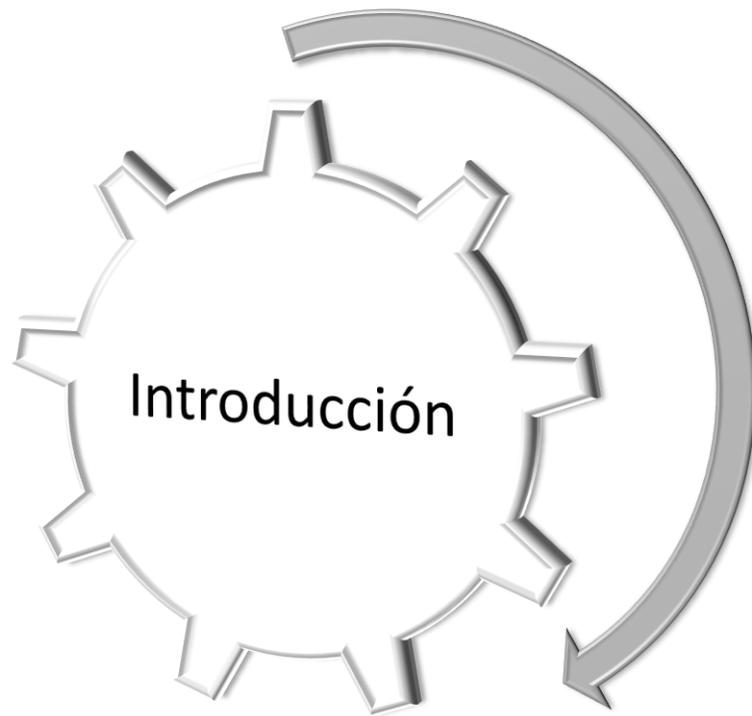
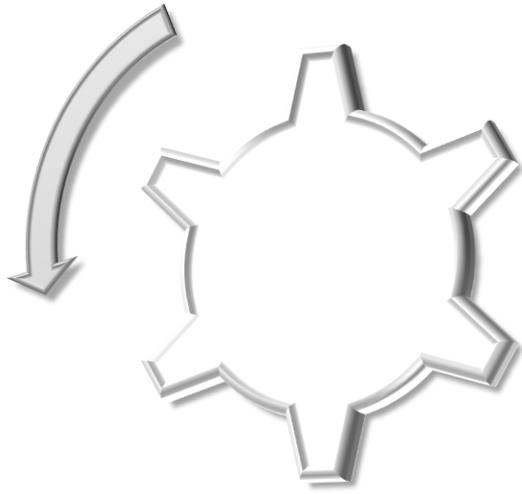


Planeación de
Macroperas y Obras
Auxiliares para la
Producción del
Activo Integral Aceite
Terciario del Golfo

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
1 ANTECEDENTES	9
1.1 LA IMPORTANCIA DE LA PLANEACIÓN EN PROYECTOS.....	9
1.2 DIFERENTES ENFOQUES DE LA PLANEACIÓN.....	12
1.3 ETAPAS DE LA PLANEACIÓN.....	19
2 LA PRODUCCIÓN DEL ACTIVO INTEGRAL ACEITE TERCIARIO DEL GOLFO	25
2.1 CLASIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS.....	25
2.2 RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN MÉXICO.....	30
2.3 IMPACTO ECONÓMICO DE LOS HIDROCARBUROS EN MÉXICO.....	36
2.4 PROYECTO ACEITE TERCIARIO DEL GOLFO.....	39
Desarrollo Comunitario Sustentable.....	42
Impacto ambiental.....	44
3 DESCRIPCIÓN DE UNA MACROPERA	46
3.1 GENERALIDADES.....	46
Costo de una macropera.....	49
3.2 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE UNA MACROPERA.....	50
Caminos de acceso.....	51
Macroperas.....	53
3.3 OBRAS AUXILIARES DE UNA MACROPERA.....	55
3.4 ESTRUCTURAS DE UNA MACROPERA.....	60

4 FASES DE CONSTRUCCIÓN DE UNA MACROPERA	63
4.1 INGENIERÍA.....	64
4.2 PROCURACIÓN.....	69
4.3 CONSTRUCCIÓN	71
Terracerías.....	73
Sub-base.....	75
Base	76
Revestimiento	77
Pavimentos (Flexible)	77
Uso de Explosivos para corte en material tipo C.....	80
Construcción e instalación de alcantarillas	82
Cunetas y contracunetas.....	83
Guardaganado y puerta metálica.....	83
Geomembrana.....	84
Contrapozo	85
4.4 PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO	87
CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS	96
GLOSARIO	96
NOMENCLATURA.....	99
ABREVIATURAS.....	99
PLANOS COMPLEMENTARIOS.....	100
Pavimento de Concreto Hidráulico.....	100
Guardaganados.....	101



INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es aplicar las etapas de la planeación a un proyecto de Infraestructura para la producción del Activo Integral Aceite Terciario del Golfo.

El Dr. Carlos Tapia, Vicepresidente para América Latina de Independent Project Analysis (IPA), mencionó alguna vez que en los países en desarrollo como México, los proyectos de infraestructura tienen una cara diferente a aquellos que se realizan en los países desarrollados. Ello obedece a que la necesidad es mucho mayor y hay menos recursos. Además, al igual que en el resto del mundo, los proyectos de infraestructura – al ser casi siempre consumidores de gran cantidad de capital y de recursos- transforman el entorno, y lo hacen de tal manera, que si no llegan a buen término, hay que enfrentar las repercusiones de esa mala inversión.

Esto último nos indica que la planeación es básica para que estos proyectos logren sus objetivos al 100%, y puedan traer consigo un beneficio a la sociedad con Programas como los que tiene Pemex (Petróleos Mexicanos) de Desarrollo Comunitario Sustentable.

Para empezar debemos definir lo que es la planeación. La planeación es un proceso que supone la elaboración y la evaluación de cada parte de un conjunto interrelacionado de decisiones antes de que se inicie una acción, en una situación en la que se crea que al menos que se emprenda tal acción, no es probable que ocurra el estado futuro que se desea y que, si se adopta la acción apropiada, aumentará la probabilidad de obtener un resultado favorable. Todo esto, está descrito en el primer capítulo donde aparte de definir la planeación vemos sus diferentes enfoques y las etapas que la comprenden.

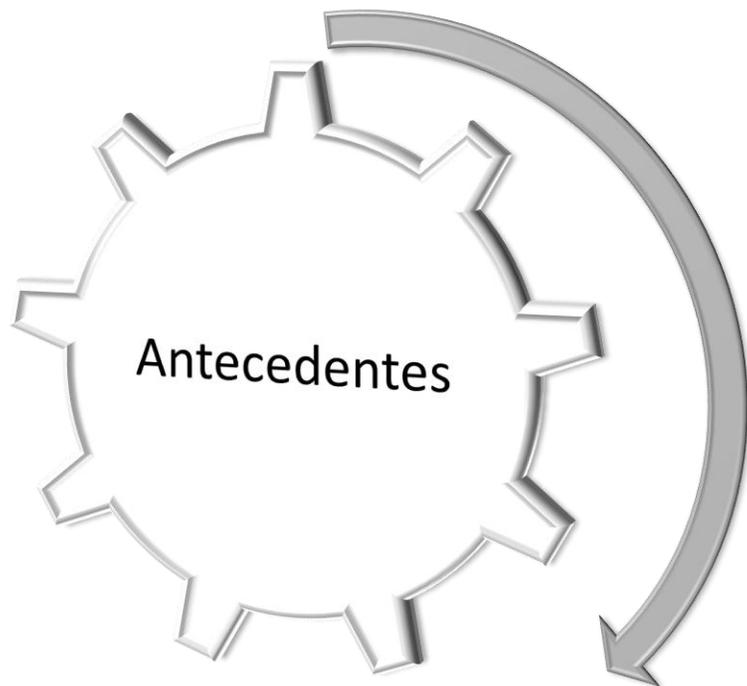
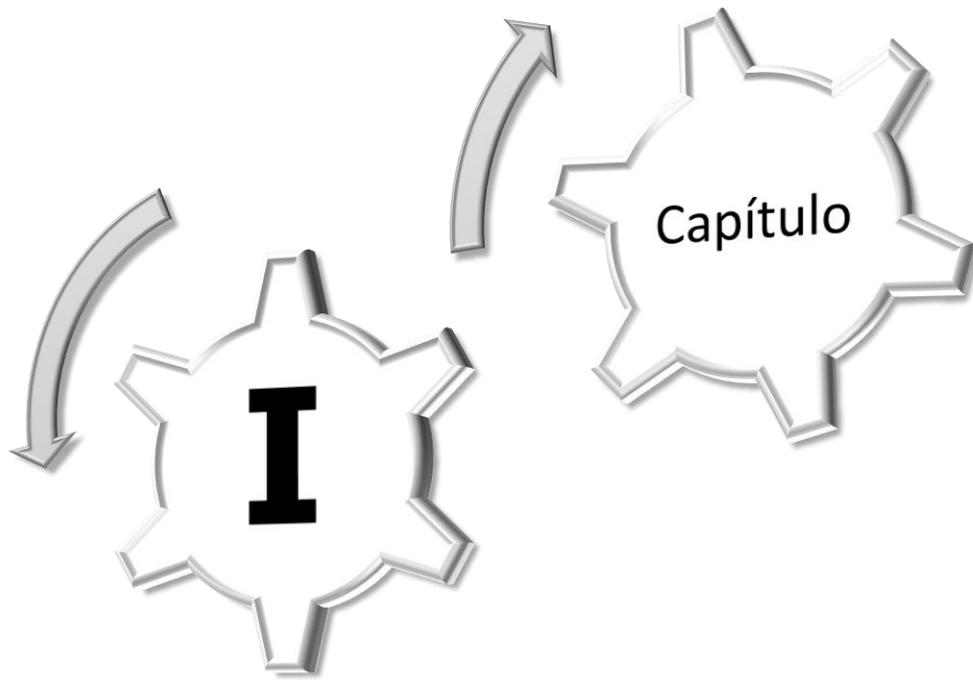
En el capítulo dos, hablaremos de los hidrocarburos en México, considerando que, adecuadamente explotadas, las reservas de Chicontepec (cuenca de gran valor petrolífero para el país) constituyen un paso importante en lo que respecta a superar la

actual declinación del petróleo en México. Es necesario el desarrollo eficaz de otros campos petroleros y el descubrimiento de nuevas acumulaciones para revertir la declinación y reemplazar las reservas. Hasta el momento, los yacimientos de México experimentaron en su mayoría solamente recuperación primaria y ahora están sufriendo diversos grados de agotamiento. El desarrollo de estrategias de recuperación asistida será importante para mantener los objetivos de producción.

Una de estas estrategias es la construcción de pozos petroleros, a través de macroperas, en los yacimientos del Proyecto Activo Integral Aceite Terciario del Golfo o Proyecto Chicontepec, como también es conocido, en donde se han encontrado reservas que pueden levantar la producción del crudo en el país y mantener un nivel competitivo a nivel mundial. Abordaremos el tema de las macroperas en el capítulo tres.

Más adelante, en el capítulo cuatro, hablaremos de los proyectos IPC o de Ingeniería, Procura y Construcción, aplicados a la construcción de macroperas. Este tipo de proyectos están siendo implementados por Pemex en sus licitaciones, en las que permite a las empresas constructoras reducir tiempos al ser las responsables de la ingeniería del proyecto y la construcción de la misma. Cabe tomar en cuenta, que estas licitaciones pueden llegar a ser de 12 hasta 500 macroperas, lo que permite que empresas pequeñas, medianas y grandes puedan participar en ellas por igual, logrando así un gran derrame económico en la sociedad.

En este último capítulo también se describe a detalle las características de cada estructura y obra auxiliar o complementaria, involucradas en la construcción de una macropera.



ANTECEDENTES



LA IMPORTANCIA DE LA PLANEACIÓN EN PROYECTOS

“La sabiduría es la habilidad de ver con mucha anticipación las consecuencias de las acciones actuales, la voluntad de sacrificar las ganancias a plazo corto, a cambio de mayores beneficios a largo plazo y la habilidad de controlar lo que es controlable y de no inquietarse por lo que no lo es. Por tanto, la esencia de la sabiduría es la preocupación por el futuro. No es el mismo tipo de interés en el futuro que tienen los videntes, que sólo tratan de predecirlo. El sabio trata de controlarlo”.¹

La literatura y ahora hasta la famosa Internet, está llena de definiciones de la palabra planeación. De las cuales no todas son aplicables por su contexto, pero Scott [1965] ofrece una definición bastante comprensible del término:

“La planeación es un proceso analítico que abarca una evaluación del futuro, la determinación de los objetivos deseados en el contexto de ese futuro, el desarrollo de otros cursos de acción para lograr estos objetivos y la selección de un curso de acción entre estas alternativas.”²

En breves palabras, la planeación es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo antes de emprender la acción.³

En general la planeación parece connotar:

1. La inclusión de metas, objetivos, políticas o “mapas de cursos de acción”
2. Una determinación de qué se hará, cómo y cuándo
3. Una actividad esencialmente sinónima de “pronosticar”

¹Ackoff, Russell L.: *Un Concepto de Planeación de Empresas*, Editorial Limusa, México, 1988.

²Scott, B.: *Long-Range Planning in American Industry*, American Management Association, Nueva York, 1965.

³Sherwood, Jr., M.: *The Definition of Planning, Managerial Planning*, Marzo/Abril 1971, pp 16-18

La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo, por lo cual se puede decir que la planeación es un proceso de toma de decisiones, aunque tomar decisiones no implica una planeación.

Lo que hace que la planeación sea una especial toma de decisiones es: ⁴

1. La planeación es algo que hacemos antes de efectuar una acción, se podría decir que es una toma de decisión anticipada. Es donde se decide que va a hacerse y cómo se va a realizar antes de que se necesite actuar.
2. La planeación es necesaria cuando el hecho futuro que deseamos implica un conjunto de decisiones interdependientes o lo que es lo mismo un sistema de toma de decisiones.
3. La planeación es un proceso que se dirige hacia la producción de uno o más estados futuros deseados y que no es probable que ocurran a menos que se haga algo al respecto.

10

En general la planeación se interesa tanto de evitar acciones incorrectas como por reducir los fracasos en aprovechar las oportunidades. Se debe tener en cuenta que la planeación no es necesaria cuando se cree que las cosas tal y como están en la actualidad llevarán a ese punto deseado.

La planeación tiene dos caras, una optimista y otra pesimista. La pesimista consiste en la creencia de que a menos de que se haga algo, no es probable que ocurra un estado futuro deseado. La optimista es la convicción de que puede hacerse algo para aumentar la probabilidad de que se logre alcanzar ese punto deseado.

Esta implica que los administradores o encargados de proyectos piensen, a través de objetivos y acciones, y con anticipación, que sus acciones se basen en algún método, plan o lógica, más que en una mera suposición como muchas veces sucede

⁴ Ackoff, Russell L.: *Un Concepto de Planeación de Empresas*, Editorial Limusa, México, 1988.

en altos mandos donde no hay gente preparada para llevar a cabo la debida planeación.

Los planes permiten a las organizaciones establecer sus objetivos y fijan el mejor procedimiento para obtenerlos. Además permiten:

- 1) Que la organización consiga y dedique los recursos que se requieren para alcanzar sus objetivos.
- 2) Que los miembros realicen las actividades acordes a los objetivos escogidos, y
- 3) Que el progreso en la obtención de los objetivos sea vigilado y medido, para imponer medidas correctivas en caso de ser insatisfactorio

La parte más importante en la planeación es el establecer las metas “correctas” y después elegir los medios “correctos” para alcanzar dichas metas, siendo la parte vital del proceso pues estando en el escalafón más alto, de este deriva todo lo demás. Que si llegarán a estar mal planteadas estas metas es de suponerse que los resultados obtenidos en todos los demás niveles serían los incorrectos, pues fueron mal encaminados. De tal manera que el plantear las metas correctas sea muchas veces lo más difícil si no se tiene claro que es lo que se pretende.

La planeación es necesaria cuando las tomas de decisiones son demasiado grandes como para manejar todas las decisiones al mismo tiempo. De esto que la planeación deba dividirse en etapas que se desarrollan en secuencia.

Se debe tener en cuenta que los conjuntos de decisiones no pueden ser tomadas como independientes, pues todo se relaciona entre sí.



1.2 DIFERENTES ENFOQUES DE LA PLANEACIÓN

Según Ackoff ⁵ los diferentes enfoques de la planeación dependen directamente de acuerdo a la orientación que se le de a la misma planeación los cuales se describen a continuación:

1. *Reactiva*.- orientación hacia el pasado.
2. *Inactiva*.- orientación hacia el presente.
3. *Preactiva*.- orientación hacia el futuro.
4. *Interactiva*.- esta considera al pasado, al presente y al futuro como aspectos diferentes, pero inseparables, de la problemática planteada.

Ahora explicare cada uno de ellos, no sin antes mencionar que estos enfoques no aparecen de manera pura, siempre están mezclados unos con otros.

Se puede decir que al **enfoque reactivista** no le satisfacen las cosas tal como están, ni el modo en que ocurren. Prefiere las cosas tal como una vez estuvieron, por tanto busca regresar a un estado anterior deshaciendo los cambios que hicieron que se llegara al actual. Se tiende a entrar al futuro con cara al pasado, por lo que se tiene una idea más clara del lugar de donde vinieron que del lugar hacia el cual se dirigen.

Los reactivistas suelen tener una idea errónea de que si uno se deshace de lo que no quiere, se obtiene lo que se quiere. Lo cual es absolutamente falso, pues así se puede caer en otro escalón donde también se tiene algo que no se quiere.

Dentro de este enfoque se tiene la premisa de que *nada de lo que ocurre es nuevo, muchas cosas similares ya han ocurrido antes*, además crea una sensación de continuidad y evita los cambios abruptos, y finalmente preserva las tradiciones lo cual provoca cierta sensación de seguridad.

⁵ Ackoff, Russell L.: *Planificación de la Empresa del Futuro*, Editorial Limusa, México, 1997.

El **inactivismo** está satisfecho con las cosas tal y como están. Aun cuando no desean retomar el pasado y no les agrada el como se están presentando las cosas para el futuro, por lo cual tratan de impedir el cambio.

Estos al no estar moviéndose junto con el cambio tienen una postura fija, anclada al presente. Se cree que si se hace poco o nada, poco o nada pasará, siendo esto lo que justamente se busca. El inactivismo solo reacciona ante la crisis y su estabilidad se ve amenazada y su ventaja es que tienen esta experiencia de reacción con la habilidad requerida para situaciones de emergencia. Pero aún en crisis hacen lo menos posible para regresar al equilibrio. Aquí no se trata de eliminar las causas que originaron la crisis, se trata solo de restablecer el orden llegando a la posición donde se estaba en equilibrio mediante la eliminación de las amenazas.

Algo curioso sucede con este tipo de enfoque que es que pese al nombre de inactivismo que sugiere poca actividad, pasa todo lo contrario, se necesita estar sumamente activo, evitando que ocurran cosas. En este enfoque se trata de mantener ocupados a los niveles en su trabajo, manteniéndolos ocupados de aquí que nazca la burocracia y el papeleo como un valioso aliado.

En las organizaciones inactivistas es mejor visto las *maneras* que la *eficiencia*. Se preocupa de los convencionalismos, costumbres, reglas y buena conducta, se aprecia más la conformidad que la creatividad. Persiguen el ser indispensables para quienes sirven y para quienes les sirven

El **preactivismo** es el estilo predominante en la administración actual en la mayoría de los países de primer mundo. En este no se desea regresar a un estado previo o disponer las cosas como eran, se cree que el futuro será mejor que el presente y el pasado. De aquí que se busque el acelerar el cambio y así poder explotar los beneficios lo antes posible.

Contrario a lo que se piensa en el reactivismo de la tecnología, en el preactivismo se ve con buenos ojos a la tecnología, echando mano de esta de buena manera. La tecnología y la ciencia es lo que se lleva más rápido al cambio y llegar así lo antes posible al futuro deseado.

Aquí lo que se busca es la perfección, se pone en práctica las técnicas de la programación lineal, la planeación con sus etapas y la elaboración de programas, los análisis de riesgos y estudios especializados. Se tiene la idea de que como el futuro será muy diferente al pasado, se le da poca importancia al pasado. Se tiene una administración por objetivos.

En el preactivismo se trata de predecir el futuro y prepararse para él. Esta preparación consiste en dar los pasos necesarios para minimizar o evitar las amenazas del futuro. Aquí se preocupa más el perder una oportunidad que cometer un error. Por tanto aquí el mayor problema está en decir o predecir con la mayor precisión posible el futuro. Los pronósticos son la base del preactivismo.

De la manera en que es visto, aquí lo que se predice no es el futuro del sistema para el cual planean, sino para el de su medio ambiente, el cual no se puede controlar. Por tanto se predice el futuro del medio ambiente y se prepara el sistema para tal predicción del medio exterior o entorno.

Hay algo conocido como *planeación contingente* que es donde se hacen predicciones y en base a probabilidades se puede saber cuales son los futuros del entorno más factibles. De aquí que lo que se hace es planear el sistema para el mayor número de escenarios posibles. Esto en realidad no resulta tan sencillo como suena, pues para hacer una planificación adecuada hay que tener un equipo de pronósticos bueno, además de que elaborar cada plan para cada escenario involucra un gasto y un tiempo, por lo cual muchas veces resulta difícil realizar en su totalidad este tipo de planeación contingente. Aunque teniendo los recursos necesarios es la mejor manera de hacer una planeación preactivista de manera eficiente.

Aquí algo obvio pero no menos importante de mencionar es que al pronosticar para períodos más largos se tiene mayor margen de error, por esto es importante seleccionar los períodos de tiempo sin exagerar. Llegando solo a los períodos establecidos en metas y objetivos de manera alcanzables, reales y medibles.

El cuarto enfoque el **interactivismo** no desea retornar a un estado previo, prolongar la situación actual, ni acelerar la llegada del futuro. Aun cuando la aceptación de todos los enfoques nos parezca algo muy cómodo o cierta resignación, en realidad es diferente. Aquí se niega a lo que los otros enfoques tienden que es el pensar que el futuro esta fuera de control en gran parte, y se tiende a pensar que lo único controlable es el *propio futuro*.

Aquí se piensa que el futuro depende de lo que uno y los demás hacen, así cómo las acciones pasados modificaron nuestro presente en cierto punto. Aquí lo que se quiere es modificar el futuro. De lo que se puede decir entonces que, la planeación a través de este enfoque, se puede definir como *el diseño de un futuro deseable de la invención de los métodos para llegar a él*.

En resumen podríamos decir en otras palabras que los inactivistas tratan de anclarse a una posición para no se arrastrados por la marea. Los reactivistas, por su parte, nadan contra la corriente. Finalmente, los preactivistas tratan de avanzar con la marea, para llegar primero. Y la actitud del interactivista es muy diferente, trata de controlar la marea.

Palabras clave de cada enfoque son:

<i>Reactiva</i>	→	añorar
<i>Inactiva</i>	→	satisfacer
<i>Preactiva</i>	→	optimizar
<i>Interactiva</i>	→	desarrollar

Se debe saber que la gente en general y por tanto todas organizaciones suelen perseguir tres tipos de fines que son:

1. *Las metas.* Las metas son los fines que podemos esperar alcanzar dentro del periodo cubierto por la planificación.
2. *Los objetivos.* Los objetivos son los fines que no esperamos alcanzar dentro del periodo planeado, pero sí en una fecha posterior. Hacia estos fines es posible hacer ciertos progresos dentro del periodo para el que se planea.
3. *Los ideales.* Los ideales son los fines que creemos inalcanzables, pero hacia los cuales pensamos que es posible avanzar durante y después del periodo para el que se planea.

Dependiendo de que tipo de fines se tomen en cuenta para la planeación, esta se puede clasificar en:

- ☒ Operacional
- ☒ Táctica
- ☒ Estratégica
- ☒ Normativa

La *planeación operacional* consiste en seleccionar medios para perseguir metas que son dadas, establecidas o impuestas por una autoridad superior, o que son aceptadas por convenio. Este tipo de planeación generalmente es de corto plazo.

Para los inactivistas este tipo de planeación es la usada comúnmente, aun cuando son enemigos, se podría decir, de la misma planeación, pero para mantenerse en inercia son ellos quienes deben seleccionar los medios para permanecer en ese estado.

Esta es la de menor alcance tiende a enfocarse en pequeños subsistemas y los ve de manera independiente.

La *planeación táctica* consiste en seleccionar medios y metas para perseguir objetivos dados, establecidos o impuestos por una autoridad superior, o que son aceptados por convenio. Este tipo de planeación tiende a ser a mediano plazo.

Aquí son los reactivistas los que usualmente usan este tipo de planeación pues deben escoger los estados previos a los que se desea retornar (metas) y los medios para alcanzarlos.

Esta tiene un alcance intermedio y se enfoca sobre los subsistemas y los ve como un todo.

La *planeación estratégica* consiste en seleccionar medios, metas y objetivos. Este tipo de planeación suele ser a largo plazo. Los preactivistas son los más fieles seguidores de este tipo de planeación y su visión abarca un periodo más amplio que el que cubre la planeación. Es el tipo de planeación que más se utiliza en el mundo actual y sobretodo en países de primer mundo. Por esto mismo es la que cuenta con mayor bibliografía disponible.

Siendo esta de más alcance y no solo ve la interacción de los subsistemas, sino que engloba a estos con su entorno y es así como lo ve como un todo. Ve al entorno con el cual interactúa directamente y sobre el cual tiene cierta influencia.

Otra definición la proporciona Leonard D. Goodstein y nos dice:

“La planeación estratégica es el proceso por el cual los miembros guía de una organización prevén su futuro y desarrollan los procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlo.”⁶

La planeación estratégica debe responder a tres preguntas. La primera ¿Hacia dónde vamos?, y con esto sabemos que sin una dirección definida, sin la claridad acerca del alcance de las operaciones y un conjunto de metas y objetivos específicos, vamos a la deriva. La segunda pregunta es ¿Cuál es el entorno? Con esta uno se ve forzado a observarse a sí mismo de forma realista y objetiva, y también a su entorno externo, amenazas y oportunidades. Se debe poder medir la distancia entre las metas, objetivos y la capacidad para lograrlos. Y la última pregunta ¿Cómo lograrlo? Cual va a ser el modelo específico a seguir para lograr las metas y la programación de los recursos disponibles.

Este tipo de planeación no se basa en predicciones o pronósticos del futuro pues casi siempre tienen un margen de error, esta planeación se enfoca más bien en que como el entorno es cambiante se debe estar preparado para él. Exige creatividad, análisis, honestidad, demanda una necesidad de toma de decisiones actuales que afectarán a la organización en el futuro.

La *planeación normativa* requiere la selección explícita de medios, metas, objetivos e ideales. Este tipo de planeación cubre un periodo indefinido, el cual no tiene un horizonte definido. Aquí el papel de los *ideales* no sólo es importante, es clave.

Ésta, al ser por un periodo indefinido, ve a sus subsistemas y a su entorno como un todo pero con la diferencia que aquí ve al entorno sin poder influir en él, pero si recibir influencia de él.

⁶ Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan, J. William Pfeiffer.: *Planeación Estratégica Aplicada: Guía General*, Mc Graw Hill, Colombia, 1998.



ETAPAS DE LA PLANEACIÓN

La planeación se propone que debería ser un proceso continuo y, por tanto, ningún plan es definitivo; está siempre sujeto a revisión. Por lo que se concluye que un plan no es nunca el producto final del proceso de planear, sino como un informe “provisional”. Es el registro que queda de un complejo sistema de toma de decisiones interactuando unas con otras.

Como hemos visto que la mejor manera de poder hacer una buena planificación es el ver todo de una manera integral que interactúan tanto una organización desde adentro hasta su entorno exterior todos los elementos. De esto, de igual manera, que las mismas etapas de la planeación interactúen unas con otras, de ahí que el orden puede no ser el mismo para todos los casos:

1. *Fines*: especificar metas, objetivos e ideales.

“Diseñar un presente idealmente deseable y establecer la diferencia que lo separa del futuro evidenciado por la proyección de referencia. Esta diferencia es la brecha que hay que tratar de cubrir por medio de las otras etapas.”⁷

2. *Medios*: elegir políticas, procedimientos y prácticas con las que se habrán de alcanzar los fines planteados.

“Elegir o inventar los medios necesarios para apoyar los esfuerzos tendientes a cubrir o reducir la brecha.”

3. *Recursos*: determinar tipos y cantidades de los recursos que se necesitan; definir cómo se habrán de adquirir o generar, y cómo habrán de asignarse las actividades esto mediante los programas.

⁷ Ackoff, Russell L.: *Cápsulas de Ackoff. Administración en Pequeñas Dosis*, Editorial Limusa, México, 1989.

4. *Control*: diseñar un procedimiento para prever o detectar los errores o las faltas del plan, así como para prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad.

La planeación, la programación y el control son conceptos fundamentales y etapas de la misma planeación general. Como ya lo hemos estado manejando, la planeación es un enfoque organizado para lograr alguna meta. El primer paso es la selección de las mismas metas, le sigue la definición de los objetivos del proyecto. Después se determinan las actividades que lo componen y como interactúan. Se estiman el tiempo y otros recursos requeridos para cada actividad.

La fase de formular objetivos y metas debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Especificar los objetivos de la empresa y traducirlos en metas. Elaborar un programa para llegar a las metas.
2. Proporcionar una definición adecuada a cada meta y elaborar un procedimiento para poder evaluar el progreso de cada una.
3. Eliminar los conflictos (o establecer métodos para resolverlos) entre metas; es decir, para decidir lo que se debe de hacer cuando el progreso hacia una meta implica sacrificar el progreso hacia otra.

La definición de las metas debe ser de acuerdo a metas específicas, medibles y con fechas realísticamente alcanzables. De lo cual las metas son importantes por lo menos por 4 razones: ⁸

- 1) *Las metas proporcionan un sentido de dirección*. Sin una meta se tiende a la confusión, se reacciona a los cambios del entorno sin un sentido claro de lo que en realidad se quiere alcanzar,

⁸ Stoner James, Freeman Edward: *Administración*, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1994.

- 2) *Las metas permiten enfocar los esfuerzos.* Los recursos siempre serán limitados por lo cual pueden utilizarse para lograr varias metas. Al seleccionar una sola meta o una serie de estas, se comprometen los recursos escasos a ser utilizados de cierta manera y se permite así establecer prioridades.
- 3) *Las metas guían los planes y decisiones.* ¿Cuál es nuestra meta? ¿Esta acción, acercaría o alejaría a la organización de su meta? Las respuestas a estas preguntas forman los planes a largo como a corto plazo y ayudan a tomar decisiones claves.
- 4) *Las metas ayudan a evaluar el progreso.* Una meta bien establecida, medible y con fechas específicas fácilmente se convierte en un estándar de desempeño que permite evaluar progresos. Por lo cual las metas son una parte esencial del control, aseguran que las acciones que se emprenden corresponden a las metas y planes creados para alcanzarlas.

Un procedimiento es una secuencia de acciones que se dirigen hacia una sola meta (comúnmente a corto plazo), que se sigue repetidamente.

Una política apropiada es una norma que toma en consideración las condiciones pertinentes al tiempo en que se necesita la acción. O lo que es lo mismo, una buena política toma en consideración toda la información disponible en el momento que se necesite tomar una decisión. Es una norma para decidir.

En cuanto a los recursos se puede decir que los principales recursos tomados en cuenta son:

- ✎ Financieros: dinero.
- ✎ Materiales: Infraestructura, materia prima y servicios.
- ✎ Humanos: Mano de obra.
- ✎ Naturales: Inagotables, renovables y no renovables.

Es necesario primero determinar la cantidad de cada uno de los recursos que se requieren para los cursos de acción, políticas o procedimientos seleccionados. En segundo se debe valorar la disponibilidad de estos recursos, tomando en cuenta cuando se vayan a necesitar con la disponibilidad del momento. Después es necesario evaluar si los recursos faltantes serán adquiridos, generados o de que manera serán conseguidos. De no ser posible lograr un empalme en cuanto a necesidad y disponibilidad habría que modificar los fines y los medios de tal forma de reducir los recursos a un nivel alcanzable. Finalmente viene la distribución de los recursos que se esperan estar disponibles en lo que llamamos programas tomando en cuenta todos los tipos de recursos.

La definición formal de un programa es un conjunto ordenado de acciones interrelacionadas generalmente más complejas que un procedimiento, dirigido hacia un objetivo específico (generalmente a largo plazo), que se persigue solamente una vez.

La programación es el compromiso en el tiempo de los recursos requeridos para realizar el proyecto. Se asigna a cada actividad un tiempo de inicio y un tiempo de terminación. Estos tiempos determinan el tiempo de terminación del proyecto y el uso de recursos en el tiempo. El programa identifica ciertas actividades críticas, las cuales, si se atrasan, causan que la terminación del proyecto también se retrase. El control supervisa el progreso de las actividades del proyecto y revisa el plan según lo que ocurre.

La programación que tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de avance. Es obvio que una buena planeación es un requisito previo para la programación acertada. Sin embargo, para que la planeación sea exitosa, es necesaria una retroalimentación de la función de programación.⁹

⁹ Duffuaa Salih O., *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*, Editorial Limusa, México, 2002

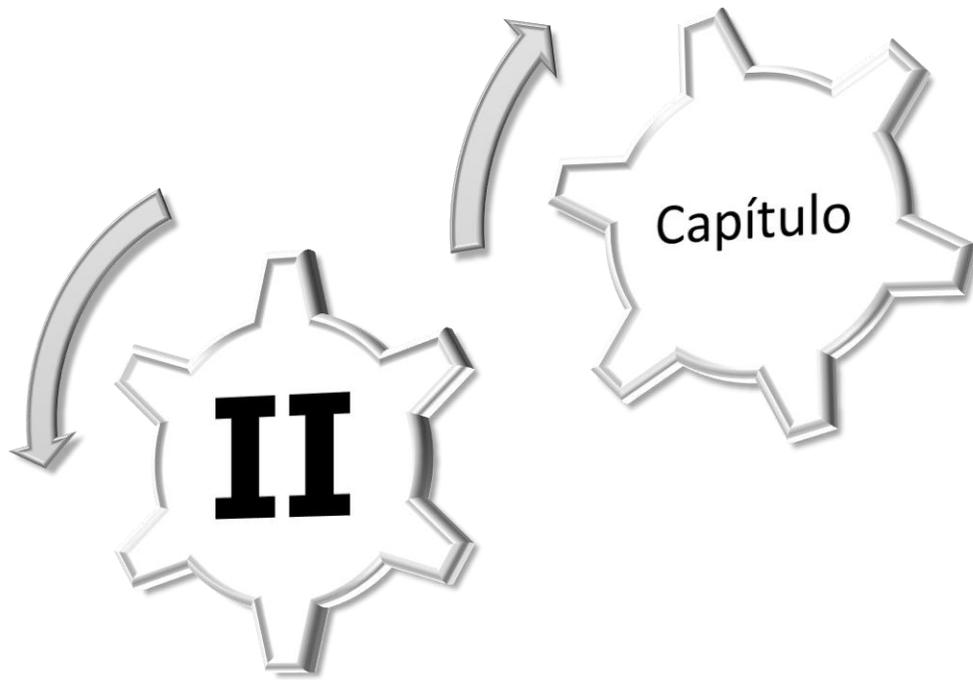
Algo clave dentro de todo este proceso es la *replaneación*, el cual puede ser definitivo para el éxito final. Como se dijo al principio del tema, acerca de que la planeación es un proceso continuo y dado que ningún plan es definitivo, la replaneación hace referencia a esto. Esto cae en la parte de *control*, pues replanear se refiere al corregir o redireccionar a la organización de acuerdo ya sea a las mismas modificaciones de la organización o modificaciones que el entorno externo, cambiante, ha tenido de manera drástica.

Planear es tomar decisiones. El control es evaluar las decisiones, incluyendo las de no hacer nada, una vez que se han tomado. El proceso de control involucra cuatro pasos:

1. Pronosticar los resultados de las decisiones en la forma de medidas de rendimiento.
2. Reunir la información sobre el rendimiento real.
3. Comparar el rendimiento real con el pronosticado.
4. Cuando se detecta una decisión deficiente, corregir el procedimiento que la produjo y corregir sus consecuencias hasta donde sea posible.

En resumen podríamos decir que para la planeación antes que nada hay que:

- ☞ Definir metas.
- ☞ Definir los objetivos del proyecto.
- ☞ Determinar las actividades que lo componen y cómo interactúan.
- ☞ Se estiman el tiempo y otros recursos requeridos para cada actividad.
- ☞ Se hace la debida programación de actividades de acuerdo a sus debidos tiempos.
- ☞ Identificación de actividades críticas.
- ☞ Establecer un control de proyecto.



LA PRODUCCIÓN DEL ACTIVO INTEGRAL ACEITE TERCIARIO DEL GOLFO



CLASIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS

Vale la pena iniciar este capítulo con algunas definiciones que arrojarán más luz sobre lo que trataremos más adelante.

Para empezar con una definición sencilla de hidrocarburo nos referiremos a la que nos proporciona la página de internet de Petróleos de Venezuela, S.A.:

“Compuestos formados por la combinación de los elementos carbono e hidrógeno. Es un grupo grande de químicos orgánicos que ocurren en la naturaleza como gases, líquidos y sólidos. Son los componentes principales del gas natural, petróleo y bitumen.”¹⁰

Una definición más detallada es la que proporciona Pemex:

“Grupo de compuestos orgánicos que contienen principalmente carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos más simples son gaseosos a la temperatura ambiente, a medida que aumenta su peso molecular se vuelven líquidos y finalmente sólidos, sus tres estados físicos están representados por el gas natural, el petróleo crudo y el asfalto. Los hidrocarburos pueden ser de cadena abierta (alifáticos) y enlaces simples los cuales forman el grupo de los (alcanos y parafinas) como el propano, butano o el hexano. En caso de tener cadena abierta y enlaces dobles forman el grupo de los alquenos u olefinas como el etileno o el propileno. Los alquinos contienen enlaces triples y son muy reactivos, por ejemplo el acetileno. Tanto los alquenos como los alquinos, ambos compuestos insaturados, son producidos principalmente en las refinerías en especial en el proceso de desintegración (cracking). Los compuestos de

¹⁰ <http://www.pdv.com> (n.f.), *Biblioteca Digital, Glosario Petrolero*.

cadena cerrada o cíclicos pueden ser tanto saturados (cicloalcanos) como el ciclohexano o insaturados. El grupo más importante de hidrocarburos cíclicos insaturados es el de los aromáticos, que tienen como base un anillo de 6 carbonos y tres enlaces dobles. Entre los compuestos aromáticos más representativos se encuentran el benceno, el tolueno, el antroeno y el naftaleno.”¹¹

A los hidrocarburos, de acuerdo a su estado físico, los podemos clasificar en: gaseosos, líquidos y sólidos.

En el grupo de los gaseosos tenemos al *gas natural* que, de acuerdo con Pemex, es una mezcla de hidrocarburos parafínicos ligeros, con el metano como su principal constituyente, así como con pequeñas cantidades de etano y propano. Están constituidos también por proporciones variables de gases no orgánicos, nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. El gas natural puede encontrarse asociado con el petróleo crudo, o de forma independientemente en pozos de gas no asociado o gas seco. Para su utilización debe cubrir ciertas especificaciones de calidad como: contenido de licuables 0.1 l/m³ máximo; humedad máxima de 6.9 lb/MMpc; poder calorífico mínimo de 1184 Btu/pc; azufre total 200 ppm máximo; contenido máximo de CO₂ + N₂ de 3% en volumen. Es utilizado para uso doméstico en industrias y generación de electricidad.

Dentro de los hidrocarburos líquidos esta el *petróleo crudo*, que es una mezcla que se presenta en la naturaleza, compuesta predominantemente de hidrocarburos.

Existen dos teorías sobre el origen del petróleo: la inorgánica, que explica la formación del petróleo como resultado de reacciones geoquímicas entre el agua y el dióxido de carbono, así como varias sustancias inorgánicas, tales como carburos y carbonatos de los metales.

¹¹ <http://sie.energia.gob.mx> (n.f.), *Lenguaje Común, Glosario de Términos, Hidrocarburos*.

Por su parte, la teoría orgánica asume que el petróleo es producto de una descomposición de los organismos vegetales y animales que existieron dentro de ciertos períodos de tiempo geológico.

Los hidrocarburos sólidos están representados por el *betún* y *asfalto*, siendo éstos los términos más comunes. Suelen confundirse o considerarse como uno mismo, pero no lo son. Se podría decir que el betún es la manera más pura en que se encuentra el crudo en estado sólido, siendo este el más denso, mientras que el asfalto es un tipo de betún ya modificado.

De manera formal el *betún* se define como cualquiera de las diversas mezclas naturales de hidrocarburos con sus derivados no metálicos. El petróleo sin procesar, el asfalto y el alquitrán son betunes: tienen un color castaño oscuro o negro y contienen poco nitrógeno, oxígeno o azufre. Los betunes del petróleo se obtienen a partir de residuos pesados de éste, valiéndose de los métodos de concentración profunda (los residuales) y de oxidación (los oxidados). Los betunes son materiales sólidos o líquidos insolubles en agua; se emplean ampliamente en la construcción de carreteras y diferentes obras de ingeniería civil e industriales, así como en la producción de materiales para techar, barnices de asfalto y tinta tipográfica.

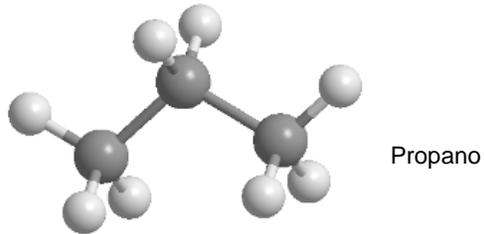
Por otro lado, el asfalto es la fracción pesada del petróleo crudo de color negro o café obscuro. Su consistencia, aunque en su mayoría en estado sólida, puede variar de líquido a sólido. El asfalto es la fracción pesada del crudo después de someterse a destilación al alto vacío y mezclarse con otros residuos, diluentes y polímeros para ajustarse a las especificaciones dependiendo del tipo de asfalto. Actualmente el asfalto más común en el mercado nacional y de exportación es el asfalto AC-20. En Pemex se produce en las refinerías de Ciudad Madero, Salamanca, Salina Cruz, Tula y Cadereyeta. Se utiliza para revestimientos y pavimentación de carreteras, calles, estacionamientos y aeropuertos. Asimismo, se usa como impermeabilizante y sellador y su manejo se realiza en autotanques y carrotanques con sistema de calentamiento.

Los hidrocarburos pueden ser clasificados también de acuerdo a su forma molecular, según la estructura entre los enlaces del carbono:

☞ **De cadena abierta (alifáticos)**

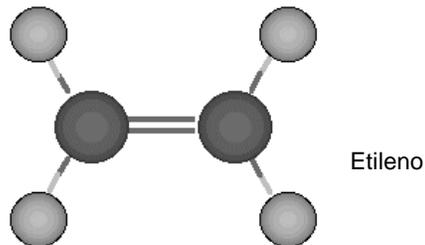
- *Alcanos y parafinas.* - De enlaces simples.

Ej. Propano, butano o el hexano.



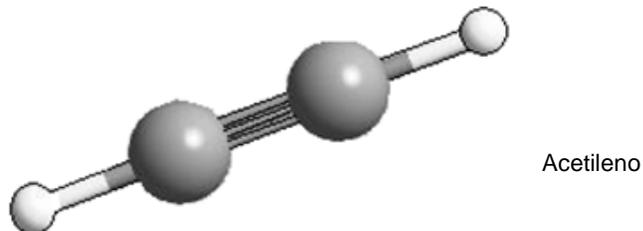
- *Alquenos u olefinas.* - De enlaces dobles.

Ej. Etileno o el propileno.



- *Alquinos.* - De enlaces triples.

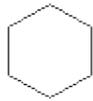
Ej. Acetileno.



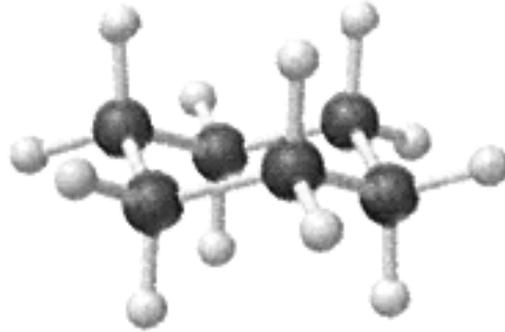
☞ **De cadena cerrada o cíclicos**

- *Saturados (cicloalcanos).*

Ej. Ciclohexano.



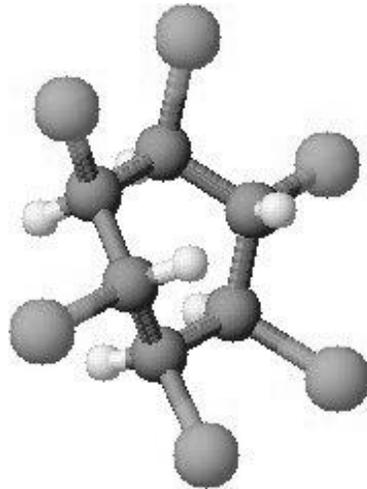
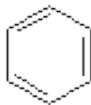
Ciclohexano



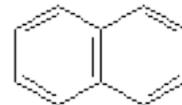
- *Insaturados.*

- *Aromáticos, que tienen como base un anillo de 6 carbonos y tres enlaces dobles.*

Ej. Benceno, tolueno, antroceno y naftaleno.



Benceno



Naftaleno



RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN MÉXICO

“Reserva es la porción factible de recuperar del volumen total de hidrocarburos existentes en las rocas del subsuelo”¹²

De acuerdo con Pemex, las reservas son determinadas una vez que se han perforado pozos exploratorios y se han identificado yacimientos de hidrocarburos. El nivel de certidumbre sobre las mismas indica si son probadas, probables o posibles. Términos que a continuación definiremos:¹³

Las *reservas probadas* o reservas 1P son las de mayor certidumbre. Éstas ya han sido descubiertas y tienen una alta probabilidad de convertirse en producción futura. Son el volumen de hidrocarburos medido a condiciones atmosféricas, que se puede producir económicamente con los métodos y sistemas de explotación aplicables en el momento de la evaluación, tanto primarias como secundarias.

En las *reservas probables* o reservas 2P existe menor grado de certidumbre. Las estimaciones permiten definir que existe una probabilidad media, tanto técnica como económica, de que podrán convertirse en producción. Son la cantidad de hidrocarburos estimada a una fecha específica, en trampas perforadas y no perforadas, las cuales son definidas por métodos geológicos y geofísicos. Asimismo, las trampas son localizadas en áreas adyacentes a yacimientos productores, en donde se considera que existen probabilidades de obtener técnica y económicamente producción de hidrocarburos, al mismo nivel estratigráfico donde existan reservas probadas.

Las *reservas posibles* o reservas 3P tienen el menor grado de certidumbre. La presencia y la posibilidad de producción de hidrocarburos se infieren por la información geológica y geofísica disponible. Son la cantidad de hidrocarburos estimada a una fecha específica en trampas no perforadas, definidas por métodos geológicos y

¹² <http://sie.energia.gob.mx> (n.f.), *Lenguaje Común, Glosario de Términos, Hidrocarburos*.

¹³ <http://www.pemex.com> (n.f.), *Decretos de la Reforma Energética, Preguntas Generales*.

geofísicos. Las trampas son localizadas en áreas alejadas de las productoras, pero dentro de la misma provincia geológica productora, con posibilidades de obtener técnica y económicamente producción de hidrocarburos, al mismo nivel estratigráfico en donde existan reservas probadas.

Tanto las probables como las posibles requieren de estudios y perforaciones exploratorias para determinar la presencia de hidrocarburos y los volúmenes de producción asociados. Esto permitirá que estas reservas se conviertan en reservas probadas.

Otros conceptos utilizados comúnmente en esta rama de la industria son:

- ✎ *Reserva original:* Es el volumen de hidrocarburos a condiciones atmosféricas, que se espera recuperar económicamente con los métodos y sistemas de explotación aplicables a una fecha específica. También se puede decir que es la fracción del recurso que podrá obtenerse al final de la explotación del yacimiento.

- ✎ *Reserva remanente:* Es el volumen de hidrocarburos medido a condiciones atmosféricas que queda por producirse económicamente de un yacimiento a determinada fecha, con las técnicas de explotación aplicables. En este sentido, es la diferencia entre la reserva original y la producción acumulada de hidrocarburos en una fecha específica.

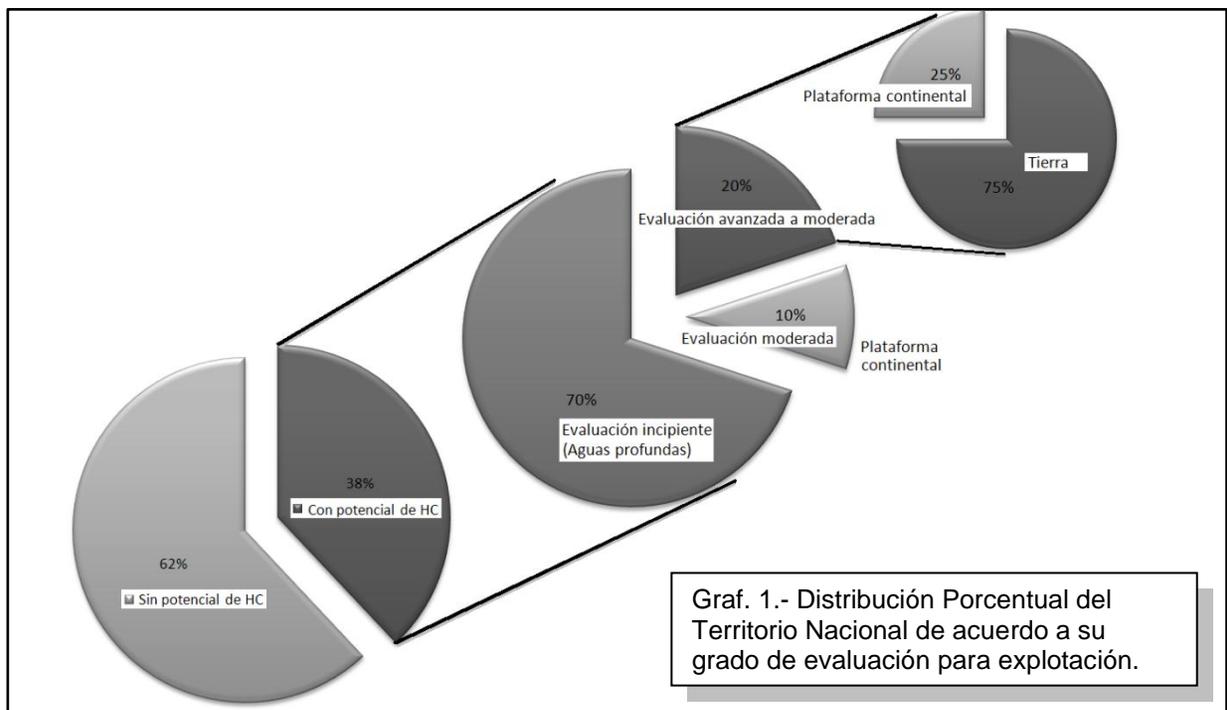
Según datos de Pemex¹⁴ se ha realizado una exploración de reconocimiento en el 100% de la República Mexicana, incluyendo tanto tierra como plataforma continental, con el objetivo de poder evaluar al territorio y conocer las áreas con un potencial petrolero importante para la nación.

¹⁴ <http://www.pemex.com> (07/05/2008), *Decretos de la Reforma Energética, Preguntas Generales.*

Del 100% explorado se tomó sólo el 38%, dentro del cual se incluyen la Planicie Costera, la Plataforma Continental y las Aguas Profundas del Golfo de México por ofrecer un potencial de hidrocarburos importante y en donde las inversiones de exploración se enfocaron en los proyectos más rentables. El resto se considera sin potencial de hidrocarburos. Una vez que sabemos el potencial petrolero de estas áreas, tomamos este 38% ahora como el 100% de las áreas para explorar y explotar los hidrocarburos para mayor claridad más adelante.

Del 100% de las áreas por explorar y explotar (38% del territorio nacional, como ya lo mencionamos), el 20% de éste se encuentra en una etapa de evaluación de avanzada a moderada, del cual 15% se localiza en tierra y el otro 5% en la Plataforma Continental o mar.

El área restante (80%) está compuesta por un 10%, que se encuentra en una etapa moderada de evaluación en la parte marina, lo que es la Plataforma Continental, y por un 70% en una etapa incipiente, principalmente en Aguas Profundas.



Por lo tanto, podemos decir que nuestra área de interés, en tierra, es el 15% del área con potencial de hidrocarburos, siendo esta parte del territorio nacional la que se encuentra en una etapa de evaluación de avanzada a moderada. Esto nos indica que proyectos dentro del área están a la vuelta de la esquina, como lo serían los proyectos de macroperas referentes al Proyecto Aceite Terciario del Golfo que más adelante detallaremos.

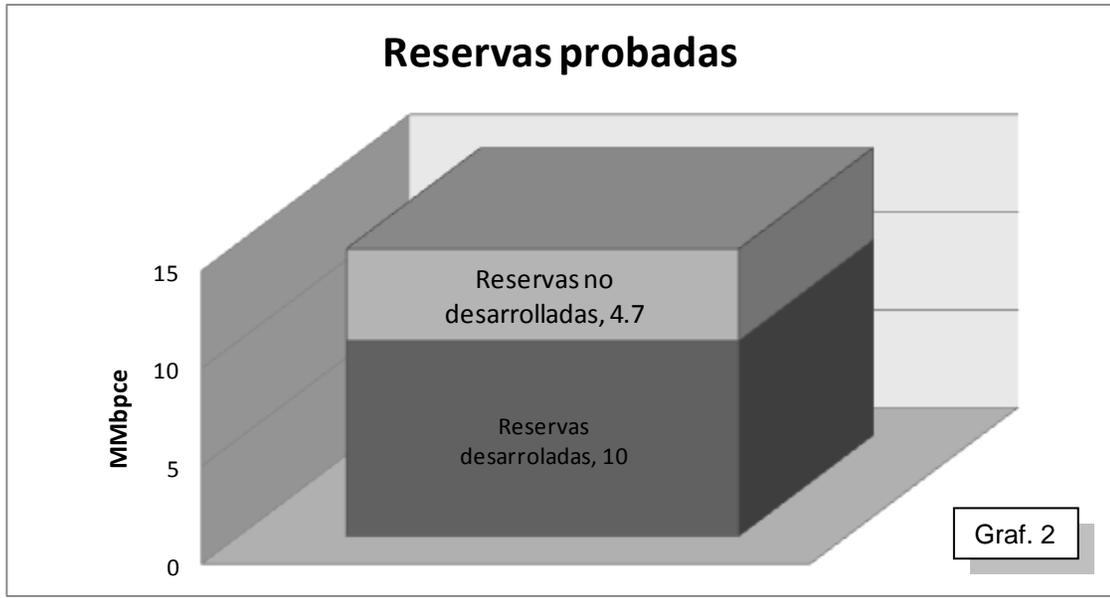
Las reservas probadas al 31 de diciembre de 2007 ascienden a 14 mil 717 millones barriles de petróleo crudo equivalente (MMbpce).¹⁵

Para dejar claro los conceptos, cabe mencionar que el petróleo crudo equivalente es la suma del petróleo crudo, condensado y gas seco equivalente al líquido. Siendo este último básicamente el metano.

Del total de reservas probadas, 10 mil 5 MMbpce, o 68%, son desarrolladas, es decir, reservas que se espera sean recuperadas de los pozos existentes incluyendo las reservas que pueden ser producidas con la infraestructura actual e inversiones moderadas. Las regiones marinas concentran 62% de estas reservas; el resto, 38%, se encuentra en tierra.

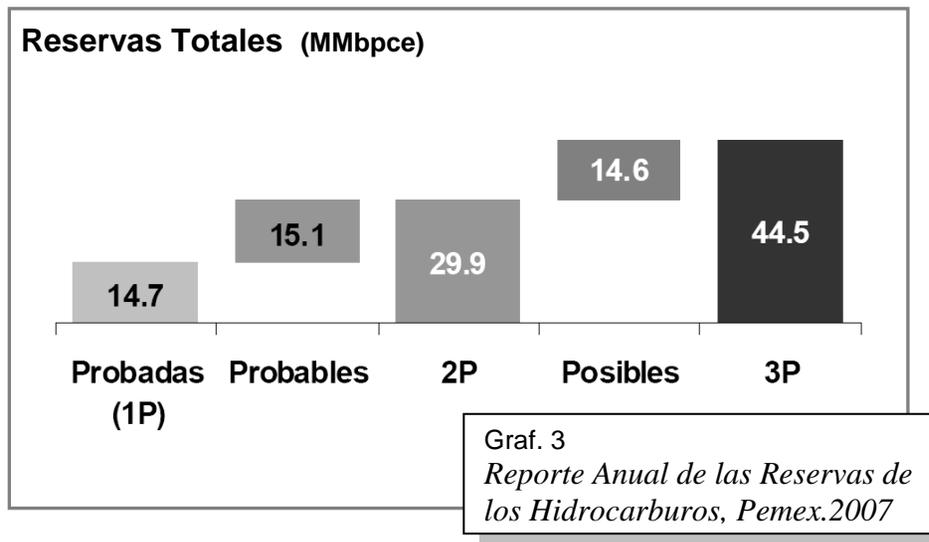
El 32% de las reservas probadas, o 4 mil 712 MMbpce, son reservas no desarrolladas, es decir, son volúmenes que requieren de pozos e infraestructura adicional para su producción. Las regiones marinas concentran 52% de esta categoría de reservas, mientras que las regiones terrestres contienen 48%.

¹⁵ <http://www.pemex.com> (31/12/2007), *Reporte Anual de las Reservas de los Hidrocarburos*.



Las reservas probables fueron de 15 mil 144 MMbpce. La suma de éstas y las reservas probadas forman la reserva 2P, la cual asciende a 29 mil 862 MMbpce. Chicontepec concentra 57% de las reservas probables.

Las reservas posibles alcanzaron 14 mil 621 MMbpce que, sumadas con las reservas probadas y probables integran una reserva 3P de 44 mil 483 MMbpce. Las reservas posibles se concentran principalmente en los campos Chicontepec con el 58% de las reservas posibles.

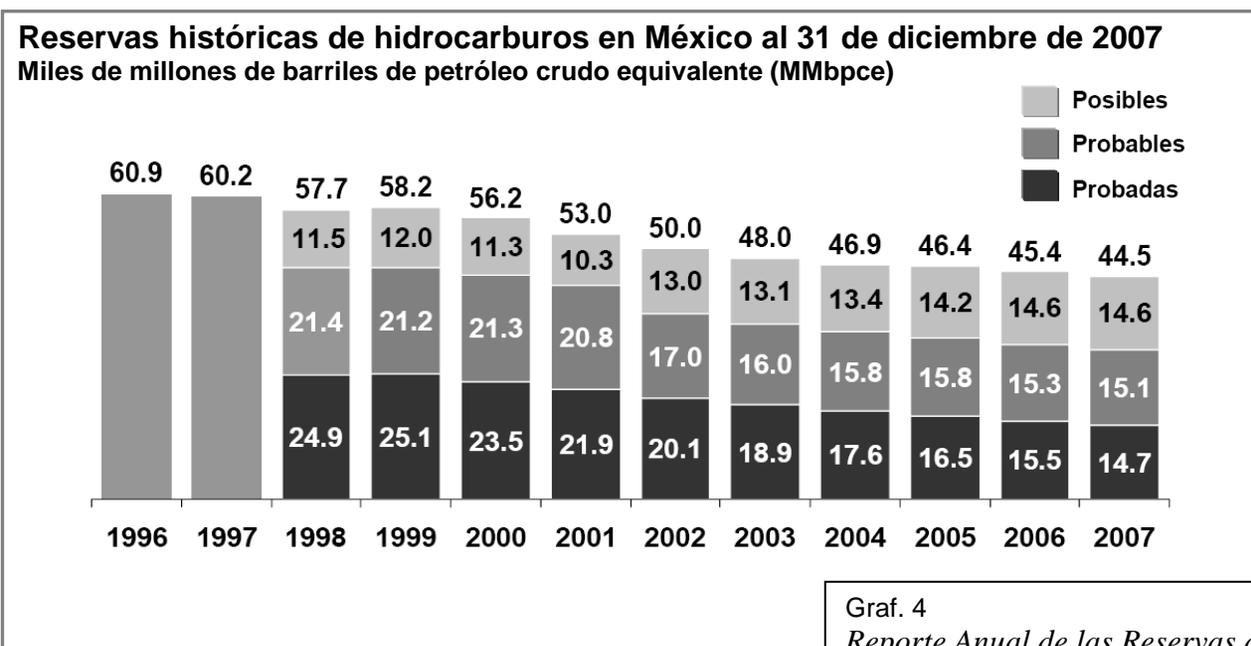


Según las estimaciones de Pemex con los datos al final del 2007 la relación reserva-producción, es decir, el cociente que resulta de dividir la reserva remanente al 31 de diciembre de 2007 entre la producción de 2007, es de 27.7 años para la reserva 3P, 18.6 años para la reserva 2P y 9.2 años para la reserva probada.

Cabe abordar el concepto de la tasa de restitución de las reservas, que es el porcentaje de incorporación de reservas probadas, como proporción de la producción anual. Al cierre de 2007, ésta fue del 50.3%, lo cual nos indica en otras palabras que incorporamos 1 nuevo barril de reserva por cada 2 barriles que consumimos.

Dado a las nuevas inversiones en exploración esta tasa de restitución se ha elevado. No obstante, se encuentra lejos del nivel sustentable del 100 por ciento que observan otras empresas a nivel mundial.

Con la Reforma Energética, Pemex pretende ampliar sus capacidades, lo que permitiría gradualmente incorporar más reservas probadas. Su meta es alcanzar una tasa de restitución del 100 por ciento, es decir, no perder reservas al momento de ser explotadas, dada las inversiones de exploración.



Graf. 4
Reporte Anual de las Reservas de los Hidrocarburos, Pemex.2007



IMPACTO ECONÓMICO DE LOS HIDROCARBUROS EN MÉXICO

Como sabemos, la exportación del petróleo es el negocio más rentable del país, y es justo ahí en donde radica la importancia de los hidrocarburos en México. Por lo mismo, y para mantener un equilibrio económico y bienestar social, es importante para México mantener un nivel competitivo en el panorama internacional en el tema de hidrocarburos, así como propiciar un mayor desarrollo en el país.

En este sentido, la misión de Pemex es:

*Maximizar el valor económico de los hidrocarburos y sus derivados,
para contribuir al desarrollo sustentable del país.*

En su portal web, Pemex nos dice: *“La economía nacional ha dado un giro gracias a que Pemex, a través de sus alianzas con la industria, se ha posicionado como palanca del desarrollo nacional generando altos índices de empleo.”*¹⁶

36

Según estimaciones proporcionadas por Pemex al inicio del año, durante el 2009, las inversiones del sector energético sumarán 320 mil millones de pesos, las cuales comenzaron a ejecutarse desde los primeros días de enero.¹⁷

Esta inversión trae como consecuencia un gran derrame de empleos, no sólo en el sector energético, sino también en el de infraestructura, específicamente en el área de Ingeniería Civil. Más adelante profundizaremos al respecto.

Desafortunadamente, la mayor parte de la tecnología utilizada para la extracción del petróleo no ha sido propiamente desarrollada en nuestro país, pues no se le ha invertido lo necesario. Las pocas empresas que sí la tienen no son suficientes para abastecer la demanda del país.

¹⁶ <http://www.pemex.com> (30/07/2007), *Visión y propósito*.

¹⁷ Alma Hernández, *Meten acelerador al sector energético*, Reforma/Negocios (07/01/09).

Es por esto que es necesario contratar a empresas extranjeras para la extracción de nuestro petróleo. Como ejemplo de esto, tenemos el caso de las compañías Schlumberger Offshore N. V. y Driller Technologies Corp, principales extractoras en el país. También podemos mencionar el caso de una empresa mexicana en consorcio con una extranjera como es ICA Fluor Daniels S.A. de C.V.

Mucha de esta inversión cae en el ramo de la Ingeniería Civil, pues es aquí donde se hace toda la ingeniería, incluyendo la construcción de plataformas marinas y terrestres, así como de los caminos de acceso con sus respectivos estudios de mecánica suelos y obras complementarias. La misma refinería que está por ser construida, de acuerdo con la reforma energética aprobada, necesita de ingenieros civiles, con colaboración de otras ramas como es de suponerse.

Como es de nuestro conocimiento, muchas veces los problemas políticos son la causa de que muchos proyectos no se puedan hacer en tiempo y forma como fueron planeados, de ahí que luego se produzcan complicaciones de proyectos incompletos o rediseñados de acuerdo a las posibilidades políticas del momento. Como ejemplo de lo anterior podemos citar el caso de una nueva refinería que, aunque ya ha sido aprobada, se ha frenado su proyecto por conflictos partidistas: los partidos políticos quieren que ésta se instaure en un estado gobernado por ellos.

Eduardo Andrade, presidente de la Fundación "México Necesita Ingenieros", consideró que dada la escasez de financiamiento, será necesario que el Gobierno impulse los proyectos de infraestructura que apoyen la economía del País.

Luis Puig Lara, ex vicepresidente de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), dijo que los sectores de infraestructura y energía serán los pilares que impulsen la economía del País durante este año.

Entre 2009 y 2015 se generarán 250 mil empleos debido a la derrama económica de obras en infraestructura y energía, algunos proyectos serán:

- ✎ La construcción de una nueva refinería.
- ✎ Reconfiguración de tres refinerías existentes.
- ✎ Otras obras de CFE y Pemex.

Graf. 5.- Reservas probadas de crudo de los principales países productores.

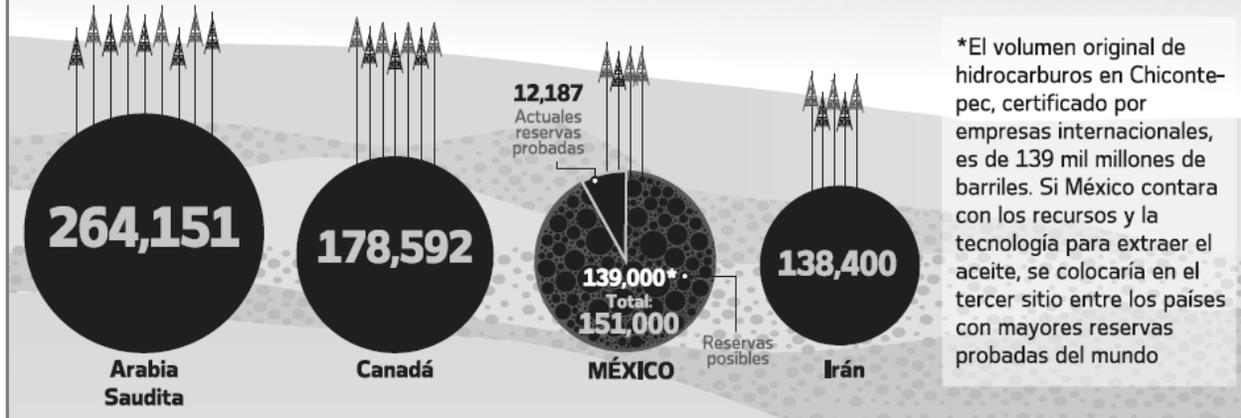
Posición	País	Crudo mmb
1	Arabia Saudita	264,251
2	Canadá	178,592
3	Irán	138,400
4	Irak	115,000
5	Kuwait	101,500
6	Emiratos Arabes Unidos	97,800
7	Venezuela	87,035
8	Rusia	60,000
9	Libia	41,464
10	Nigeria	36,220
11	Kazajstán	30,000
12	Estados Unidos de América	20,972
13	China	16,000
14	Qatar	15,207
15	Argelia	12,200
16	México	12,187

Fuente: México, Pemex Exploración y Producción. Otros países, Oil & Gas Journal, December 24, 2007

En las ultimas fechas, empresas internacionales, como De Goyler & McNaughton, Netherland & Sewell y Ryder Scott, certificaron a México la existencia de 139 mil millones de barriles de petróleo, un yacimiento histórico para el país, en su Paleocanal de Chicontepec (Proyecto Aceite Terciario del Golfo). No obstante, éste no podrá ser explotado en el presente, *“porque en este momento no existe ningún tipo de tecnología que nos permita sacar del subsuelo los hidrocarburos”*, explicó Carlos Morales Gil, director de Pemex Exploración y Producción ¹⁸

DEL 16, AL TERCER LUGAR MUNDIAL

Principales países en 2007 (millones de barriles)



Graf. 6.- El Universal, *Primera Plana*, (17/02/09).

¹⁸ Noé cruz Serrano, *México halla reserva histórica de petróleo*, El Universal (17/02/09).



PROYECTO ACEITE TERCIARIO DEL GOLFO

El Proyecto Aceite Terciario del Golfo (PATG) o Proyecto Chicontepec, también como es conocido en el ámbito laboral del sector energético, es el yacimiento petrolero que se ubica en el Paleocanal de Chicontepec. Este yacimiento tiene un gran potencial, como se mencionó en el tema anterior.

Yacimiento: Unidad del subsuelo constituida por roca permeable que contiene petróleo, gas y agua, las cuales conforman un solo sistema.

Más a detalle, este yacimiento se localiza en la cuenca geológica Tampico-Misantla, en la porción central y este de la República Mexicana, sobre la planicie



costera del Golfo de México, comprendida entre los estados de Veracruz, Puebla, Tamaulipas y las faldas de la Sierra Madre Oriental. El proyecto cubre un área de cerca de *3 mil 800 kilómetros cuadrados*, con su centro próximo a la Ciudad de Poza Rica

Veracruz.

El proyecto se ubica en doce municipios, de los cuales nueve están en el estado de Veracruz: Álamo-Temapache, Castillo de Teayo, Coatzintla, Chicontepec, Ixhuátlan de Madero, Papantla, Poza Rica, Tihuátlan y Tecolutla y tres del estado de Puebla como Francisco Mena, Pantepec y Venustiano Carranza.

La región de Chicontepec se descubrió en 1926 y la primera producción comercial comenzó en 1952. El Paleocanal corresponde a una acumulación de sedimentos del Paleoceno. Este potente depósito sedimentario, de baja permeabilidad, contiene 139,000 millones de barriles (22,000 m³) de petróleo original en sitio y 1.4 trillones de m³ de gas. Aproximadamente, 2,000 millones de m³ (12mmb) y 888,000 millones de m³ son recuperables, lo que lo convierte en el activo más grande de Pemex.

El objetivo de Pemex para este proyecto es llegar a producir entre 550 mil a 700 mil barriles diarios hacia el 2017, lo que requerirá de una buena planeación, a fin de lograr un desarrollo con una administración de tecnologías especializadas que incrementen significativamente la productividad por pozo y permitan reducir los costos al mínimo. Todo esto dado a la complejidad de la extracción del aceite por la baja permeabilidad del suelo y la baja presión, lo que hace que la eficiencia de los pozos sea baja y con una explotación compleja.

En este ámbito de la eficiencia, Carlos Morales Gil explicó en entrevista con el periódico El Universal que “se ha logrado reducir significativamente el tiempo de perforación, donde inicialmente lo estábamos haciendo en 60 días, hoy la empresa Schlumberger ha logrado bajarlo a 8 días, lo que nos permitirá en su momento reducir costos significativamente al igual que los costos de producción en este proyecto que actualmente oscilan entre 11.5 y 12.5 dólares por barril”.

En la actualidad, el proyecto contribuye con poco más del 1% de la producción nacional, pero se estima que para el 2015 la contribución sea superior al 20%. El proyecto Chicontepec aportó 23 mbd (miles de barriles diarios) de aceite durante el 2007 y alrededor de 33 mbd durante el 2008. El proyecto está en su etapa inicial y apenas se están empezando con las inversiones, las cuáles deben ser poco a poco de un orden mayor para poder cumplir con los objetivos planteados.

A partir de este 2009, se estima obtener 72 mbd, y gradualmente ir incrementando la producción conforme se acelere la incorporación de nuevos pozos.

Se espera que en el periodo 2009-2017, el proyecto registre una producción de crudo promedio de 443 mbd y una producción promedio de gas de 546 mmpcd. Se estima que el máximo de producción de crudo se alcanzará en 2016.

Reservas

El PATG en su zona de influencia alberga al 39% de la reserva total de hidrocarburos (3P) que tiene México, es decir, 17.7 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Uno de los verdaderos retos de este proyecto es la perforación de 16,000 pozos con un promedio anual mayor de mil pozos para el periodo del 2002 al 2020.

Como lo hemos mencionado anteriormente, esta zona tiene una productividad baja de producción, por lo cual hacer un proyecto que sea rentable pese a las restricciones o limitantes de la misma es todo un reto. Para profundizar más, cabe hacer algunas comparaciones: en Cantarell, por ejemplo, se han perforado más de 250 pozos en casi 30 años de desarrollo, entre otras razones por la productividad promedio por pozo entre 5 y 15 mbd. Por otro lado, en Chicontepec, la productividad promedio por pozo esta entre 100 y 300 barriles diarios.

2008...

Al cierre de 2008, considerando lo ejecutado en 2007, se habían perforado 443 pozos de desarrollo, se han adquirido 312 kilómetros de información sísmica 2D* y 535 kilómetros cuadrados de 3D*. Adicionalmente, se han construido 69 macroperas y 65 ductos.

*2D y 3D→ Dos dimensiones y tres dimensiones respectivamente.

Desarrollo Comunitario Sustentable

Para este proyecto se diseñó una nueva estrategia denominada Desarrollo Comunitario Sustentable (DCS) del Proyecto de Aceite Terciario del Golfo. La adopción de un modelo de estas características representa una nueva forma de pensar, planear y hacer las cosas, que contribuye a generar un cambio cultural en Pemex. Para diseñar la estrategia, Pemex reunió a un grupo de organizaciones y celebró por primera vez en su historia un acuerdo interinstitucional con un organismo miembro de las Naciones Unidas.

Este grupo está conformado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), quien a su vez coordinó a la Universidad Veracruzana, la Universidad de Calgary y al grupo Environmental Resources Management de México. Adicionalmente, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) participa directamente con Pemex Exploración y Producción en este esfuerzo.

Este programa promueve el cambio y conecta a los países con los conocimientos, la experiencia y los recursos necesarios para ayudar a los pueblos a forjar una vida mejor. Trabaja con los gobiernos y las personas para ayudarles a encontrar sus propias soluciones a los nuevos retos del desarrollo. Asimismo, fortalece su capacidad local, aprovechando los conocimientos del personal del proyecto para obtener resultados concretos. También tiene como objetivos minimizar la pobreza y los problemas que esta conlleva.¹⁹

En otras palabras, la idea principal del programa Desarrollo Comunitario Sustentable es mejorar la calidad de vida para todos, generaciones presentes y futuras, al tiempo que se permite un crecimiento económico estable, gracias al PATG.

¹⁹ <http://www.undp.org/spanish/> (mayo 2008), *El PNUD en breve*.

Dentro de los principales puntos a tratar en este programa (PNUD) son:

- ✎ Reducción de la pobreza.
- ✎ Gobernabilidad democrática.
- ✎ Prevención de crisis y recuperación.
- ✎ Medio ambiente y energía.

Este programa es llevado a cabo dado que esta cuenca petrolera se caracteriza por estar en una región ambientalmente sensible y en una zona de una enorme complejidad socioeconómica.

Durante el segundo semestre de 2007, el PNUD y la UV realizaron un primer diagnóstico socioeconómico y ambiental de los municipios donde se encuentra el proyecto. A través de este diagnóstico, se obtuvo información amplia, válida, y útil para la toma de decisiones y la construcción de las estrategias e instrumentos de ejecución para el proyecto.

Las estrategias planteadas son:

1. Diagnóstico socioeconómico y ambiental, que se realizará a través de investigación documental, trabajo de campo y de gabinete de una muestra representativa de los municipios involucrados. Esto, permitirá obtener información acerca de aspectos sociales de género y etnia, aspectos socioeconómicos, patrones de consumo y gestión de residuos, de medio ambiente, así como de manejo de recursos de la región y de la actividad petrolera.

La UNAM, con base en 6 mil encuestas en casas y líderes locales y regionales, abarcó la estrategia de vinculación social a nivel municipal y comunitario.

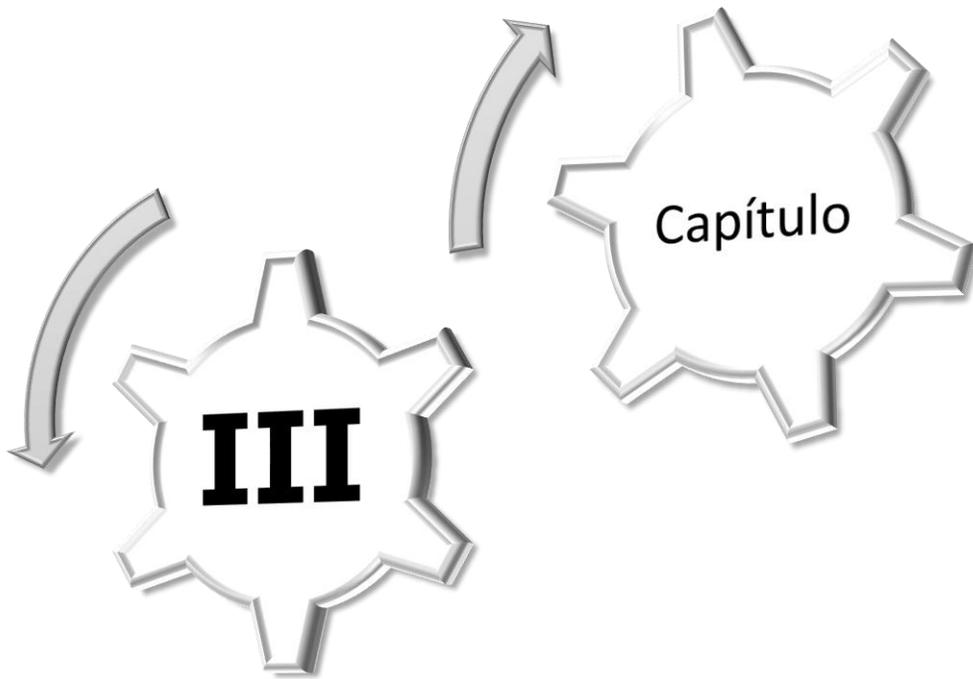
2. El diseño de la estrategia o modelo de desarrollo local sustentable, elaborada por PNUD, la Universidad de Calgary y ERM de México, debe contener:
 - ✎ Ejes de desarrollos relacionados con sistemas productivos y criterios para el diseño de proyectos de desarrollo,
 - ✎ Planteamiento de seguimiento y evaluación para los proyectos de desarrollo local sustentable,
 - ✎ Mejores prácticas nacionales e internacionales respecto a los temas del punto anterior, relevantes para el PATG,
 - ✎ Catálogo territorial (niveles de vulnerabilidad social, económica y ambiental de las localidades del proyecto)
 - ✎ Planteamiento de una estrategia de capacitación interna de largo plazo, entre otros.

Impacto ambiental

Actualmente, Pemex se ha dado a la tarea de encontrar soluciones innovadoras para reducir el impacto ambiental, tanto ecológico como social, así como el costo de desarrollo, de operación y mantenimiento del proyecto.

La primera solución que se está utilizando son las *macroperas*. Este tipo de construcción o esquema permite perforar varios pozos en una sola localización, lo que hace que el impacto a la superficie terrestre se reduzca considerablemente. Anteriormente se planteaban obras para perforación de un sólo pozo, haciendo que el impacto fuera mucho mayor, pues aumentaba el número de superficie terrestre afectada.

Más adelante, cuando se cuente con el presupuesto suficiente, se planea implantar sistemas de producción cerrados (cero emisiones a la atmósfera) en las macroperas. Además, se buscará concentrar instalaciones de proceso para minimizar el impacto a las comunidades y optimizar el recurso humano.



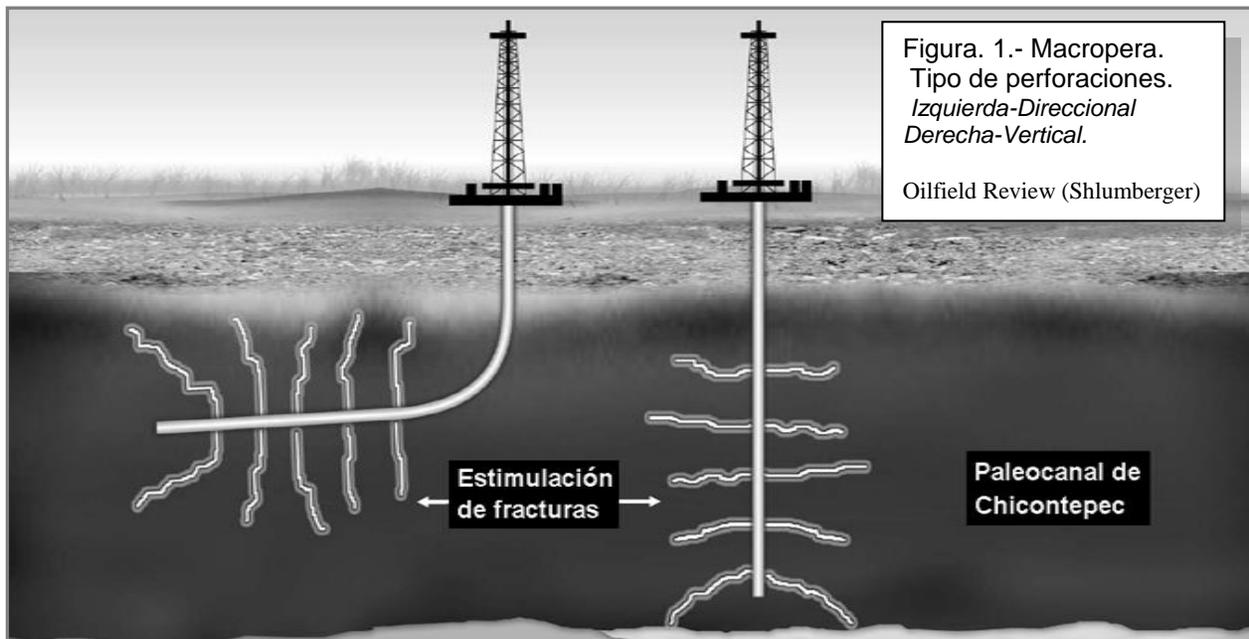
DESCRIPCIÓN DE UNA MACROPERA



GENERALIDADES

Se le denomina *macropera* a una localización desde donde se perforan varios pozos, ya sean verticales o direccionales, con el objeto de ahorro en construcción de localizaciones, ahorro en pago de terrenos, en la construcción de caminos de acceso, en pago de afectaciones, en pago de “sindicatos locales”, entre otros. Como se menciona en el capítulo anterior, las macroperas se utilizan para minimizar el impacto ambiental. Cabe recordar que el entorno que rodea a este proyecto es sensible y alberga numerosas especies vegetales protegidas.

Pozo: Perforación para el proceso de *búsqueda o producción* de petróleo crudo, gas natural o para proporcionar servicios relacionados con los mismos. Los pozos se clasifican de acuerdo a su objetivo y resultado como: pozos de aceite y gas asociado, pozos de gas seco y pozos inyectores.



Pemex define a una “Macropera de perforación” como la superficie de terreno comúnmente mayor a una hectárea, en donde se ubica la plataforma de perforación, así como las presas de lodo, el equipo de bombeo, el almacén de materiales y la zona para maniobra de vehículos.²⁰

Como ya se mencionó, los pozos son perforados en forma direccional, con un total de 3 a 19 pozos desde cada localización o macropera. Equipos de perforación de última generación con cabezas rotativas y mástiles telescópicos mantienen la columna de perforación en la torre durante el movimiento entre pozos de la misma localización. Los equipos de perforación están equipados con mecanismos de deslizamiento para reducir el tiempo de mudanza de tres días a menos de 12 horas entre pozos.

La localización de una macropera empieza con los procedimientos de exploración donde por medio de estudios o pozos exploratorios, como más adelante se detallan, tratando de evitar daños ecológicos se ubican dentro de uno de los 29 campos o zonas diferentes con que cuenta el proyecto. Se ubican donde sea más factible, dado a factores sociales, económicos y ambientales.

Un *pozo exploratorio* es una perforación realizada en un área en donde al momento no existe producción de aceite y/o gas, pero que los estudios de exploración petrolera establecen probabilidad de contener hidrocarburos. La perforación exploratoria es una técnica directa que consiste en hacer un pozo a través de las diferentes estructuras del subsuelo, tomando datos y muestras del mismo en forma sistemática. De estos datos se puede derivar información precisa de las características de cada capa rocosa y de la posibilidad de encontrar acumulaciones explotables de hidrocarburos.

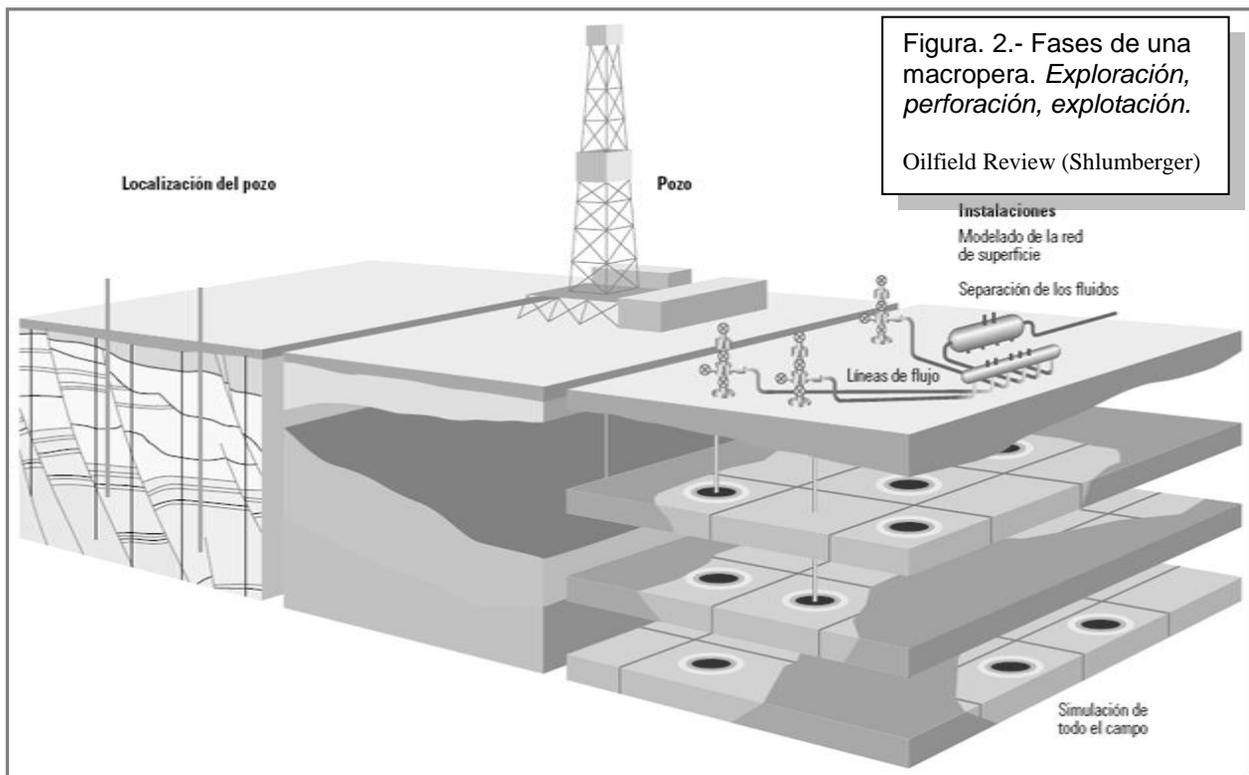
En la figura 2, se muestra a una macropera que inicia con su localización (*exploración*). Una vez ubicado el punto exacto de la macropera se procede al trazo de los caminos de acceso que tendrá. Al mismo tiempo se realiza el trazo y la construcción

²⁰ Pemex, *Anexo “B”, Especificaciones Generales*, Licitación: 18575106-046-08, 2008.

de las obras complementarias, así como la formación del terraplén de la misma macropera. Posteriormente, se lleva a cabo la construcción de los contrapozos y se da por terminado el trabajo de Ingeniería Civil. Con un programa y planeación adecuado, respetando los tiempos de Pemex, se puede lograr una completa coordinación entre los tiempos de la empresa constructora y la empresa perforadora. Ésta última lleva todo el equipo de perforación necesario (*perforación*) y deja las instalaciones para poder abastecer los ductos de Pemex posterior a la perforación. Finalmente, se extrae el petróleo y se transporta a almacenamiento o refinerías de Pemex (*explotación*).

En proyectos recientes la compañía constructora es la responsable de parte de los trabajos electromecánicos, dentro de los cuales están:

- ✎ Líneas de descarga o líneas de flujo.
- ✎ Pruebas hidrostáticas a los anteriores.



Las líneas de descarga son ductos para el transporte de hidrocarburos desde el pozo productor al cabezal de producción. La construcción de la línea de descarga consiste en el suministro de tubería, conexiones de acero al carbón y protección mecánica; habilitado de tuberías por medio de cortes, biselados, nivelado, soldado, radiografiado al 100% y pruebas hidrostáticas; excavaciones, tapado y compactado al 95% de su peso volumétrico seco con control de laboratorio.

Los cabezales de producción-medición son elementos a base de tubería de acero al carbón, soportados por un patín a base de perfiles estructurales. Éstos tienen como función recolectar o integrar la producción de los pozos de una macropera, a través de la convergencia de todas las líneas de descarga, para que sea la interface con el ducto que conducirá la producción a la batería de separación correspondiente.

Las pruebas hidrostáticas son aquellas que se hacen con un equipo de bombeo introduciendo agua a presión a las líneas de descarga y al cabezal de producción, con el fin de poder detectar posibles fugas y checar la resistencia de las mismas antes de ser conectadas a los pozos. De esta forma, se evitan las fugas del petróleo que pueden ser tanto peligrosas como nocivas al ambiente.

Costo de una macropera

En este punto tomamos en cuenta dos licitaciones, que mas adelante son retomadas en el punto 4.4, la licitación 18575106-022-08, proyecto para la construcción de 30 macroperas y la segunda licitación 18575106-045-08 proyecto que requería la construcción de 12 macroperas.

Para el primer caso en dicha licitación se presentaron 12 propuestas con montos que iban del más bajo de 285 millones de pesos al más alto de 679 millones de pesos. Donde el ganador ya en el fallo fue la empresa AL S.A. de C.V. con un monto de \$304'202,794.65 millones de pesos. Dejando un costo promedio por macropera de 10

millones de pesos, incluidos todos los trabajos y gestoría necesaria. En este caso el proyecto incluía los trabajos referentes a la parte electromecánica.

En el segundo caso, la licitación 18575106-045-08, las propuestas variaron entre 42 millones de pesos y 83 millones de pesos resultando ganadora la empresa Constructora e Inmobiliaria Rio Medio, S.A. de C.V. con un monto de \$43'340,870.71. Dando un costo promedio de macropera de 3.6 millones de pesos pero comparado con el caso anterior en este caso no se incluía en el proyecto los trabajos electromecánicos.

Viendo algunos datos de otras licitaciones los trabajos electromecánicos son del orden del 13% del total de la propuesta, lo que en el primer caso impacta de tal manera que las macroperas en promedio, sin los trabajos de la parte electromecánica, alcanzan un precio de 8.8 millones por cada una.

De esto ultimo también podemos darnos cuenta que las licitaciones de proyectos con menos macroperas, son más competidas y por lo mismo con precios más castigados que en los casos con un numero mayor de macroperas donde se pueden aceptar precios más holgados.



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE UNA MACROPERA

En este apartado hablaremos de todos los conceptos concernientes a la Ingeniería Civil en la construcción de una macropera, esta última siendo la base del Proyecto Aceite Terciario del Golfo para la extracción del Activo Integral Aceite Terciario del Golfo.

Activo Integral. En el caso de Pemex, cada Activo Integral es un organismo responsable de la administración y operación de las obras concernientes a todos los proyectos de una o parte de una cuenca específica del territorio nacional. Incluye sus activos como tal, que son los bienes de origen petrolero que todavía están inmersos en

el proceso de producción y el bien final pendiente de distribución, los principales activos de Pemex o en cualquier empresa incluyen: sus instalaciones y maquinaria, sus existencias inventariadas de materias primas (aceite, gas, etc.) y productos semiterminados.

Caminos de acceso

Para acceder al sitio donde se construirán las macroperas para perforación de pozos, es necesaria la construcción de caminos de acceso. Con este fin, se desarrolla el proyecto de localización, trazo y construcción realizando las siguientes actividades:

1. Levantamientos topográficos y elaboración de planos
2. Desmonte y despalde
3. Corte, ampliación y/o abatimiento de taludes en material A*, B* o C*.
4. Formación de terraplén con material producto de los cortes, nivelado y compactado al 95% de 15cm. de espesor en promedio.
5. En algunos casos se requiere de construcción de pavimentos, ya sean flexibles o de concreto.**
6. Construcción de cunetas y contracunetas.
7. Uso de explosivos donde sea necesario para el manejo de material tipo C.

***Se opta por esta medida en los casos que los caminos de acceso vallan a ser aprovechados no solo por Pemex, sino también por las comunidades inmersas o afectadas por el mismo proyecto, trayendo con esto una mejora a la infraestructura de la misma comunidad. Todo esto dentro del programa: Desarrollo Comunitario Sustentable (DCS) del Proyecto de Aceite Terciario del Golfo.*

**Material tipo "A"* es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado. Además se consideran como material tipo "A", los suelos poco o nada cementados con partículas hasta 7.6 cm. Los materiales más comunes clasificados como material tipo "A" son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

**Material tipo "B"* son las piedras sueltas mayores de 7.5 cm y menores de 75 cm. Los materiales más comunes clasificados como material tipo "B" son las rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

**Material tipo "C"*, es el que, por la dificultad de extracción, requiere ser excavado mediante el empleo de: rompedora neumática y/o explosivos; además se consideran como material tipo "C" las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm.

Además del reconocimiento y levantamiento topográfico del sitio, trazo de la trayectoria de cada camino de acceso, Pemex incluye los trabajos de apertura de brecha del derecho de vía.

Se debe tomar en cuenta que esta zona tiene un terreno irregular, que se tienen diferentes tipos de suelo y arroyos que requieren la construcción de obras complementarias.

Para estos trabajos se toman en cuenta las especificaciones o normas tanto de la SCT como de Pemex.

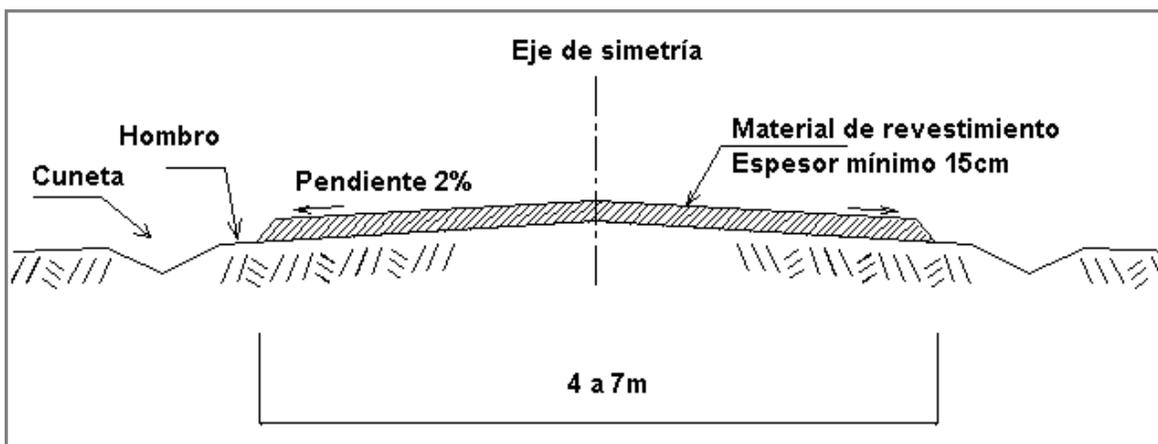


Figura. 3.- Corte de camino de acceso más común.

Macroperas

Para llevar a cabo los trabajos de perforación para la extracción de hidrocarburos, es necesario contar con plataformas revestidas con material apropiado, que permitan la instalación de los equipos de perforación, del campamento, bodega y centro de comunicaciones.

La construcción de macroperas para perforación de pozos, requiere desarrollar el proyecto de localización, el trazo de las mismas, así como su misma construcción, realizando las siguientes actividades:

1. Levantamientos topográficos y elaboración de planos.
2. Ubicación de pozos.
3. Desmonte y despilme
4. Corte, ampliación y/o abatimiento de taludes en materia A, B o C.
5. Formación de terraplén con material producto de los cortes, nivelado y compactado al 95% de 20cm. de espesor en promedio.
6. Construcción de cunetas y contracunetas.
7. Colocación de membrana impermeable.
8. Uso de explosivos donde sea necesario para el manejo de material tipo C.

La excavación en los cortes se hace de manera tal que se permite el drenaje natural del mismo, las cunetas y las contracunetas: se construyen con la oportunidad necesaria y en tal forma que su desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.

Con el material que se obtiene de los cortes, se forman los terraplenes: se quitan piedras flojas y materiales sueltos de los taludes. El material producto de corte, que por sus características no es adecuado para la formación de terraplenes, así como aquel material sobrante, es depositado en lugares previamente establecidos por Pemex, cumpliendo con las normas aplicables.

Las dimensiones de las plataformas varían dependiendo del número de pozos que contenga cada una en su caso, pero en promedio se habla de macroperas mayores a una hectárea.

Como medida de precaución, en zonas dónde se puedan formar ligeros deslizamientos se suelen construir terrazas o bermas. Algunas otras formas de contención podría ser anclaje de taludes si el terreno o derecho de vía es muy reducido.

Para evitar la alteración de la composición del aire y evitar accidentes por emisión de polvos (impacto ambiental) se rocía con agua el terreno para mitigar la emisión de polvo y reducir las partículas a la atmósfera. En este sentido, el material es acarreado a zonas urbanas en camiones cubiertos con lona.

Como novedad, en las últimas construcciones de macroperas se ha colocado una membrana impermeable dentro de la plataforma de perforación. Además se han construido canaletas o trincheras también cubiertas por la membrana o por concreto que conduzcan los residuos sobrantes de éstas a una fosa de retención. Esto sucede ya durante el proceso de perforación y explotación de los pozos.

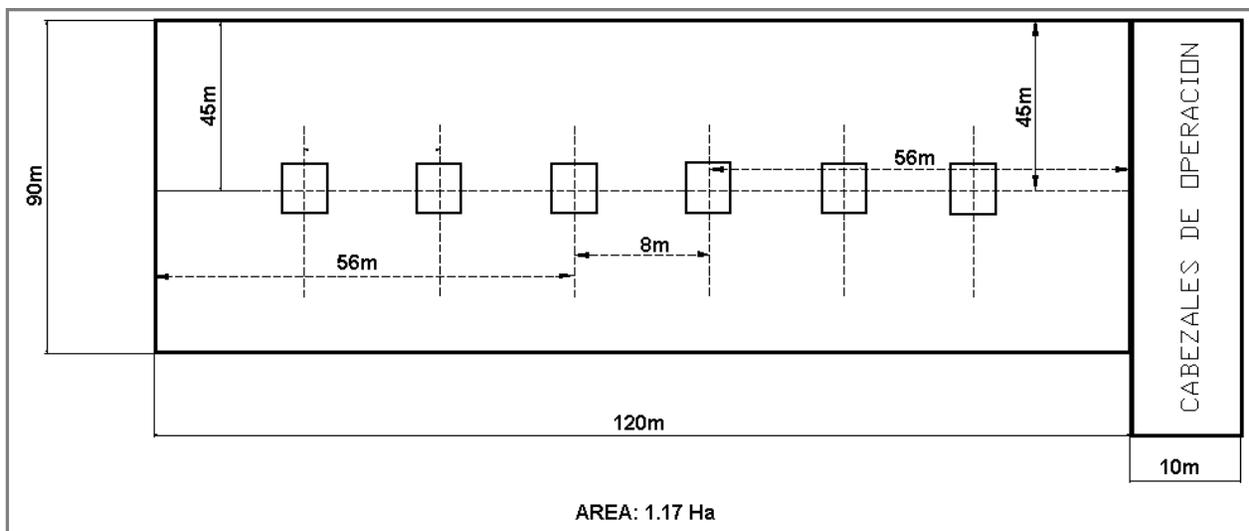


Figura. 4.- Plataforma tipo para 6 pozos.



Fotografía. 1.- Cerca de alambre de púas con postes de concreto.

Estas obras complementarias, comúnmente se requieren para drenar escurrimientos naturales que puedan dañar el camino, cruzar arroyos, proteger accesos y/o instalaciones colindantes o que interfieran en el camino o en la macropera.

La pavimentación se usa cuando los accesos a las macroperas pudieran afectar a las comunidades vecinas, donde se requiere un tránsito seguro para evitar incidentes y/o accidentes de las unidades de transporte.

Es posible que para cumplir un mismo objetivo, se utilice la combinación de algunas de estas obras complementarias.

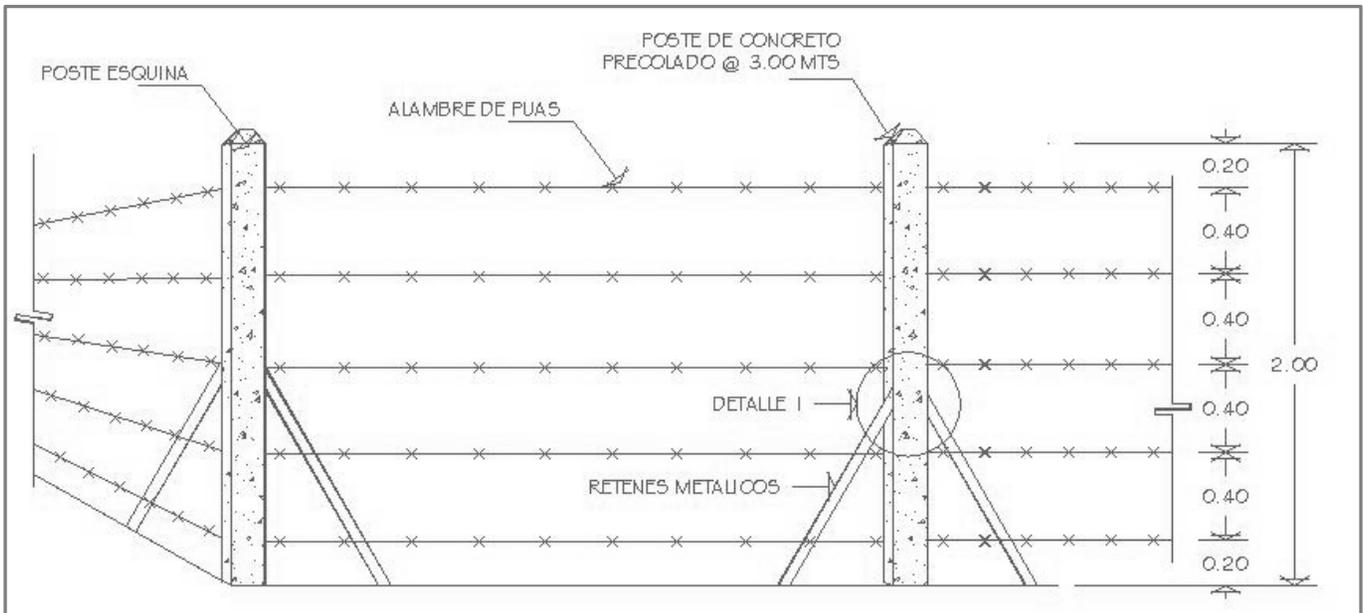


Figura. 6.- Cerca de alambre de púas con postes de concreto.

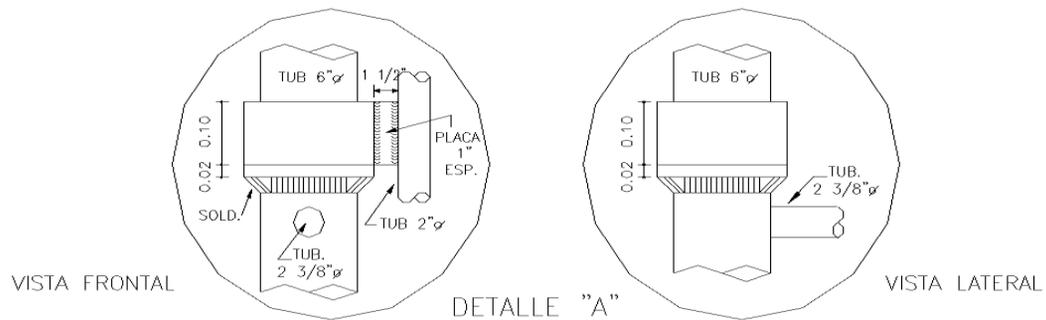
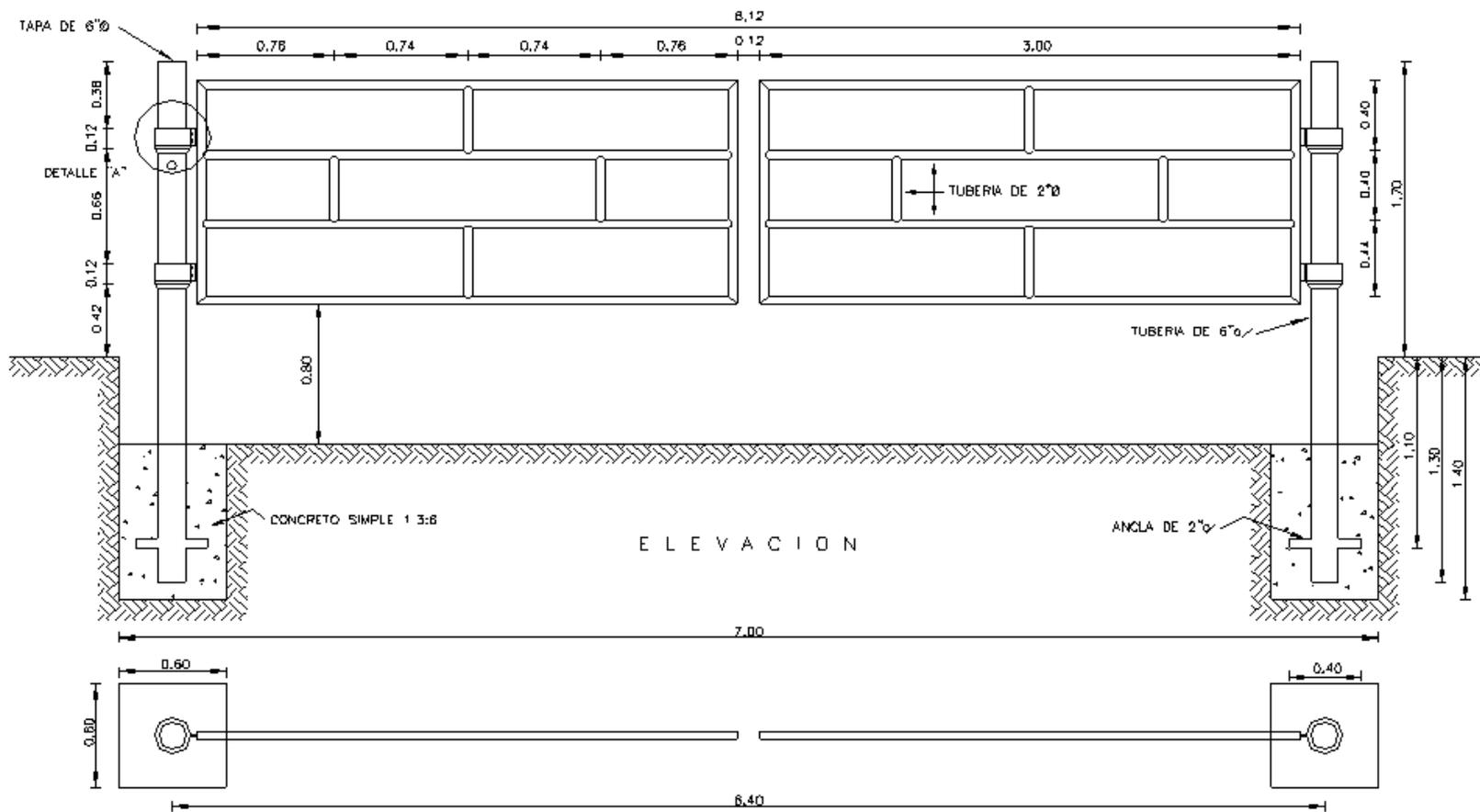


Figura 7.- Puerta metálica doble.

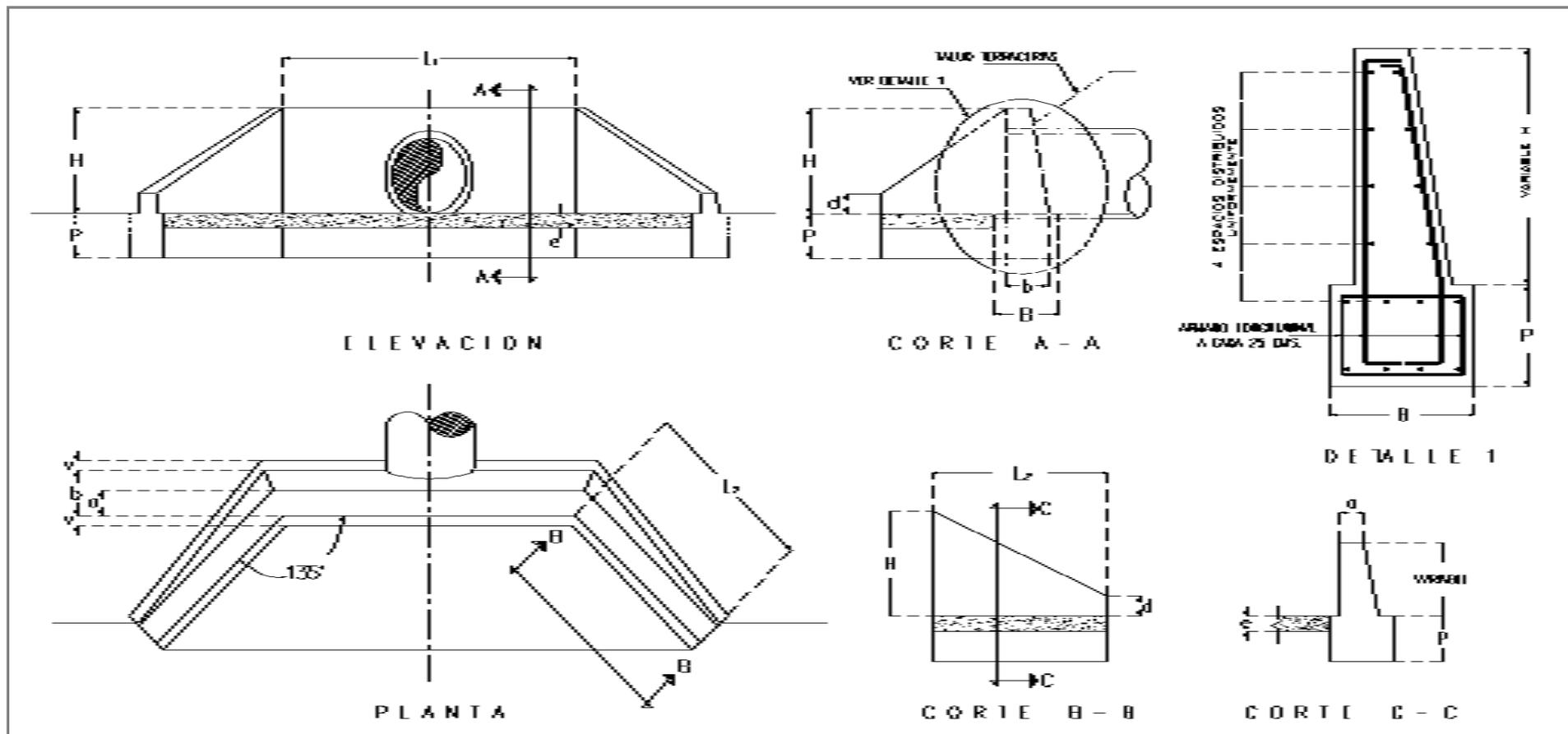


Figura. 8.- Muro de cabezal para alcantarillado.

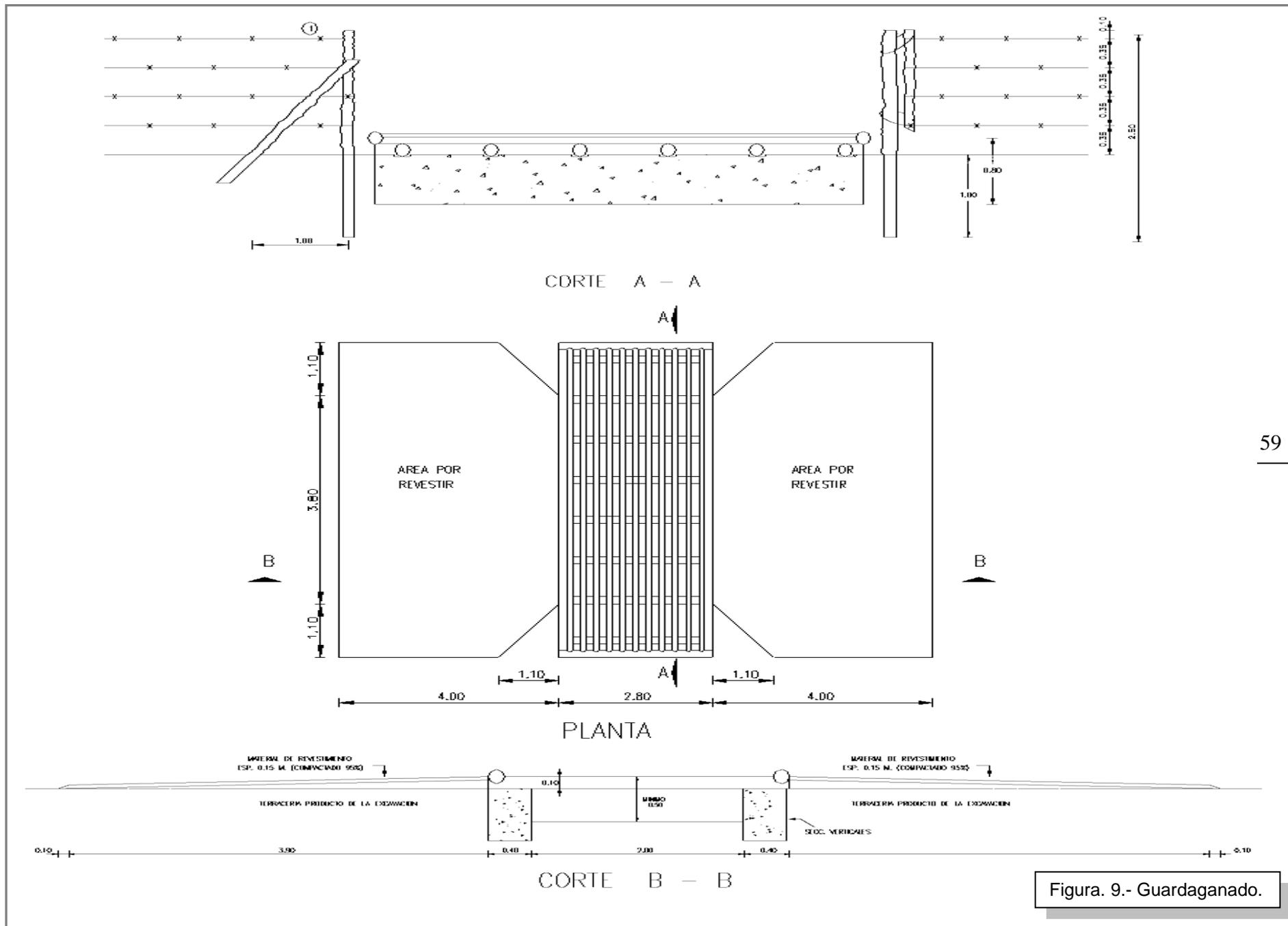


Figura. 9.- Guardaganado.

3.4

ESTRUCTURAS DE UNA MACROPERA

La principal estructura de la macropera son los llamados contrapozos, que son:



Fotografía. 2.- Contrapozo.

“...una excavación ubicada por debajo del equipo de perforación que sostiene el cabezal del pozo, y los adaptadores de la tubería de revestimiento. La profundidad del contrapozo permite el acceso a las válvulas maestras del árbol de Navidad desde el nivel del terreno.”²¹

Al “árbol de Navidad”, llamado así de manera informal, Pemex lo conoce como válvula de presión, la cual es colocada después de la perforación. Su función es regular la salida del petróleo y gas del pozo durante la explotación del mismo. Una vez que el pozo no tiene mayor utilidad, esta válvula se cierra, evitando así el escape de gas nocivo para el ambiente como se muestra en la siguiente fotografía.

60



Fotografía. 3

²¹ Oilfield Review (Shlumberger), *El principio del fin: Revisión de las prácticas de abandono y desmantelamiento*, Volumen 13, No. 4, Primavera 2002.

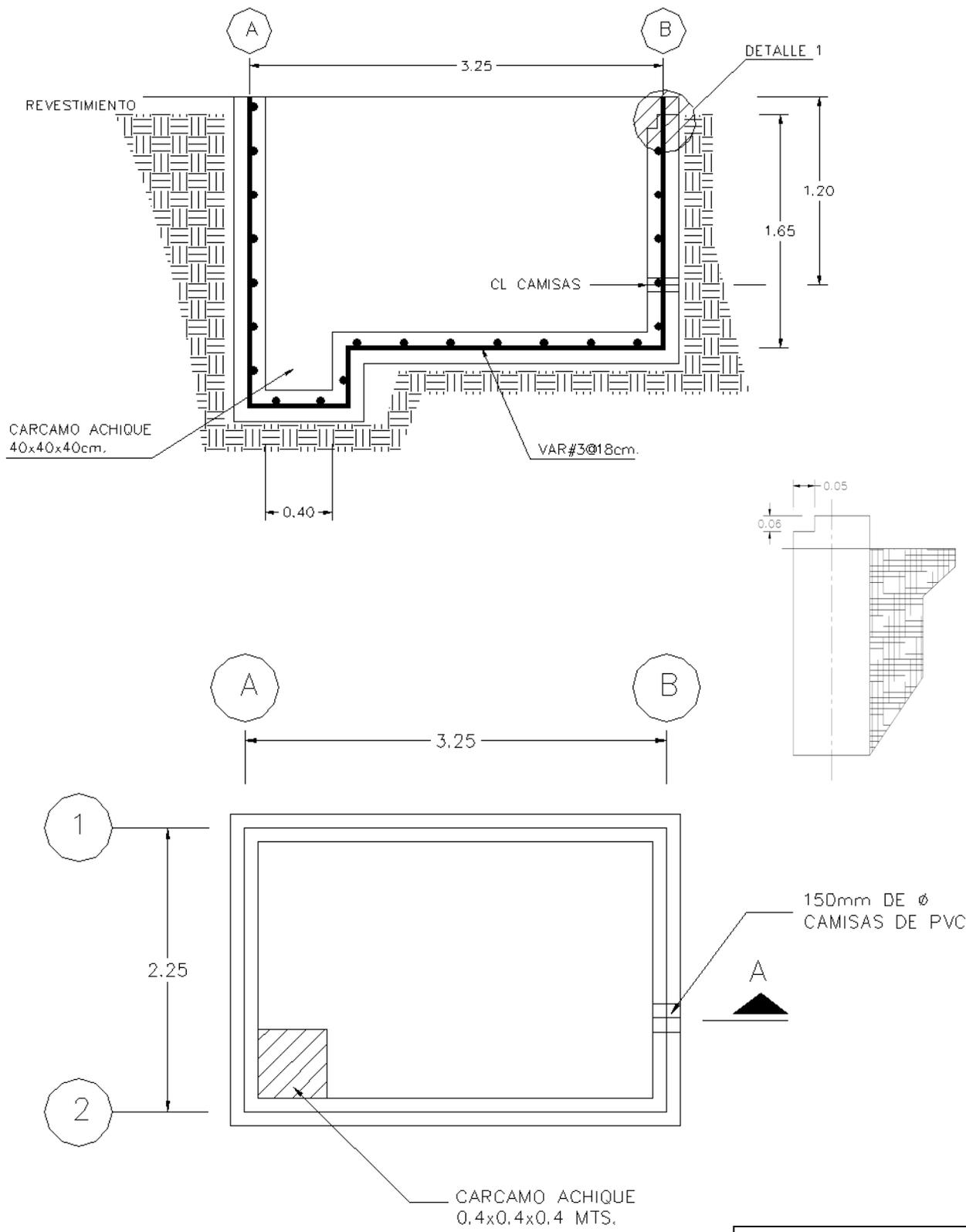
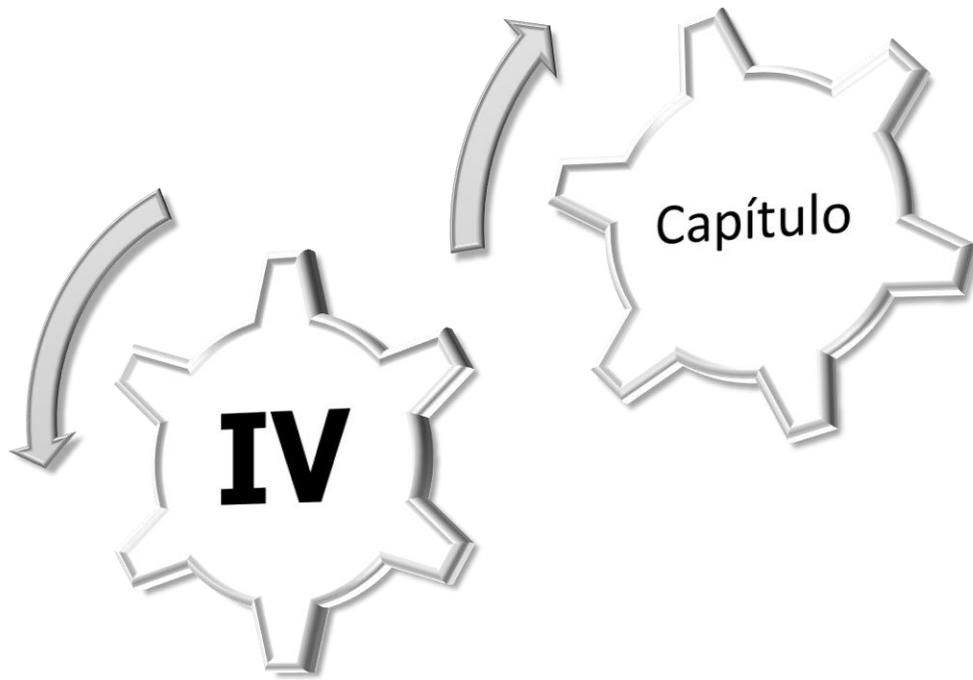


Figura. 10.- Contrapozo.



FASES DE CONSTRUCCIÓN DE UNA MACROPERA

Los Proyectos IPC (Ingeniería, Procura y Construcción) se basan en el dinamismo que este formato da a las empresas con la mezcla de diferentes áreas del negocio para lograr una integración completa del proyecto en tiempos más cortos. Estas etapas del proyecto se complementan en el proceso de la generación de ideas o alternativas de solución para problemas o necesidades particulares. La selección de las diversas alternativas deben ser factibles tanto tecnológica como económicamente. Después de esta selección, el proceso de planificación detallada de las actividades y sobre todo la administración del plazo, recursos y personal, son claves en el éxito del proyecto en función de los requisitos de los clientes.

Las técnicas y métodos de la Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) representan un conocimiento o experiencia de la empresa de especial relevancia en el proceso de la toma de decisiones.

Este tipo de proyectos suelen ejecutarse en tiempos más cortos, debido a que la ingeniería no debe de estar necesariamente terminada al 100% para que se empiece la construcción: pueden irse ejecutando a la par con tan sólo un poco más de ventaja por parte de la ingeniería.

Pemex utiliza este formato de Proyectos IPC para la realización de casi todos los proyectos concernientes al Aceite Terciario del Golfo. A continuación detallaremos el proyecto IPC de una macropera.

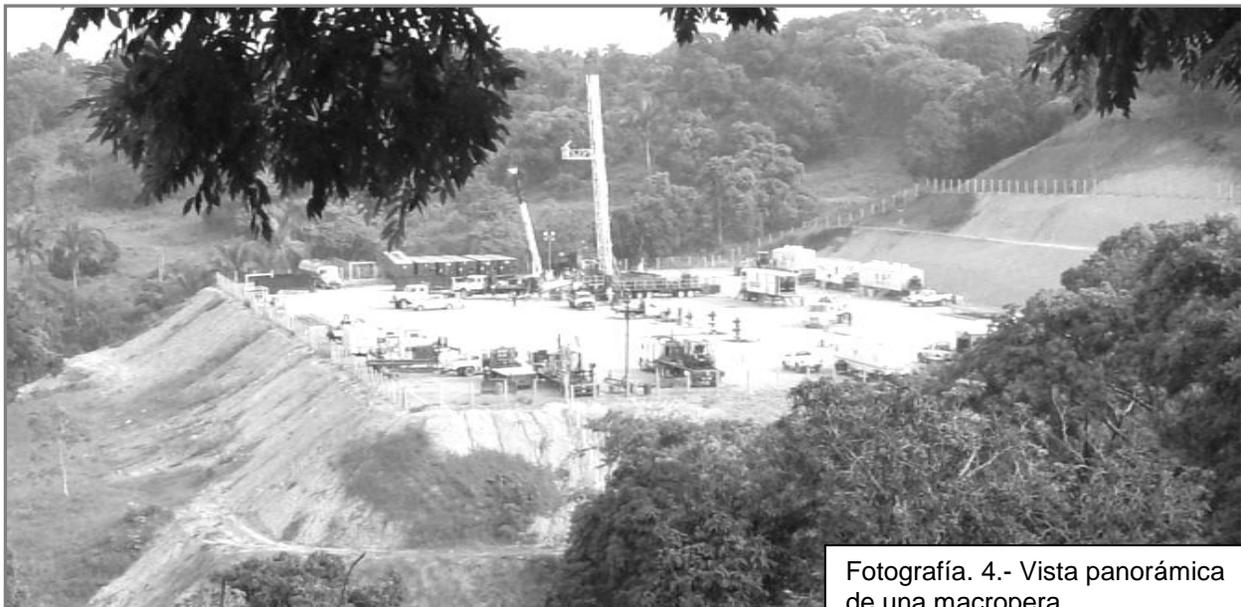


INGENIERÍA

Dentro de los Proyectos IPC la Ingeniería es:

Desde los estudios de factibilidad hasta la ingeniería de detalle, pasando por diversas etapas como el proyecto de localización y trazos, la ingeniería define al proyecto con las especificaciones de materiales, estructuras y equipos principales. Esta también incluye la elaboración de documentos y planos de las instalaciones.^{22 y 23}

Para llevar a cabo los trabajos de perforación para la extracción de hidrocarburos, es necesario contar con plataformas revestidas con material apropiado, que permitan la instalación de los equipos de perforación, del campamento, bodega y centro de comunicaciones. Para esto, la construcción de macroperas para perforación de pozos requiere desarrollar el proyecto de localización y trazo de las mismas.



Fotografía. 4.- Vista panorámica de una macropera.

²² XXIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil 2006, *La Construcción en un Mundo Globalizado*, Ponencia de Ing. Borja Navarrete.

²³ *Acciones Estratégicas para el desarrollo de proyectos de Infraestructura en México*, ICA, (n.f), pag. 11, figura 3.

La *ingeniería para la construcción de una macropera* va desde el proyecto de localización, los levantamientos topográficos hasta el mismo proyecto ejecutivo de las plataformas o macroperas.

Los levantamientos deben cumplir como mínimo una tolerancia lineal 1:25000. Para determinar los volúmenes de material se deben efectuar el trazo, nivelación de perfil y secciones transversales a cada 20.0 m, referenciando el banco de nivel, ejecutando el cálculo de volumen.

El levantamiento se hará ligándolo al sistema de coordenadas geográficas Universal Transversal Mercator (UTM), las cuales Pemex proporciona en su debido momento para la ubicación de las macroperas.

En esta parte de Ingeniería también se incluye la elaboración de los planos referente a cercas: lindero, arroyos, tendidos eléctricos, carreteras, nombres de propietarios, obras de arte, predio, lote, municipio estado, entre otros.

El alcance de los levantamientos topográficos incluye:

- ✎ Planta topográfica.
- ✎ Trazo: rumbo y distancia entre vértices.
- ✎ Plano sinóptico indicado: vértices lados rumbos distancia y coordenadas.
- ✎ Perfil topográfico.
- ✎ Nivel indicado; cadenamamiento, trazo indicado rumbo y distancia entre vértices, elevaciones con respecto al nivel medio del mar.

En el perfil se indicará lo siguiente:

- ✎ Cadenamiento y elevación en los vértices, cruces de arroyo, río, carreteras federales, caminos generales, entre otros.

En las curvas de nivel se requiere:

- ✎ Poligonal de la plataforma

☞ Ubicación de contrapozos

El cálculo de curva masa se realiza de acuerdo a lo siguiente:

- ☞ Cálculo de la compensadora (rasante) más económica.
- ☞ Cálculo de espesores de corte y terraplén.
- ☞ Diseño de las secciones de la plataforma en corte o terraplén.
- ☞ Cálculo de curvas verticales.
- ☞ Cálculo de los volúmenes de corte y terraplén.
- ☞ Cálculo de las coordenadas de la curva masa.
- ☞ Cálculo del volumen de préstamo y desperdicio.
- ☞ Cálculo de los volúmenes de sobre acarreo.
- ☞ Cálculo del acarreo libre.



Fotografía. 5.- Camino de acceso.

Para los *caminos de acceso* al sitio donde se construirán las macroperas para perforación de pozos, se desarrollará el proyecto de localización y trazo realizando las siguientes actividades.

Levantamientos topográficos y elaboración de planos que incluyen:

- ☞ Planta topográfica, trazo: rumbo y distancia entre vértices, en coordenadas UTM.
- ☞ Predio, lote, municipio estado, propietarios.
- ☞ Plano de localización con coordenadas UTM.
- ☞ Plano sinóptico indicado: vértices lados rumbos distancia y coordenadas.
- ☞ Obras especiales
- ☞ Perfil topográfico.
- ☞ Nivel indicado; cadenamamiento, trazo indicado rumbo y distancia entre vértices, elevaciones con respecto al nivel medio del mar.

En el plano de perfil se indicará lo siguiente:

- ✎ Cadenamiento y elevación en los vértices, cruces de arroyo, río, carreteras federales, caminos generales, entre otros.
- ✎ Levantamientos topográficos de campo.
- ✎ Trazo (cadenamiento a cada 20 m, cadenamiento fraccionado en cruces de arroyo, lienzos, entre otros, calculo en campo y trazo de curvas horizontales).
- ✎ Nivelación diferencial (ida y vuelta en cada estación cerrada de 20.00 m y detalles, con colocación de bancos de nivel (B.N.) a cada 500.00 m.
- ✎ Secciones transversales a cada 50.00 m a la derecha y a la izquierda del eje de cada estación cerrada de 20.00 m.
- ✎ Levantamientos topográficos de obras de arte: alcantarillados, vados, puentes, entre otros.

Calculo de curva masa.

- ✎ Calculo de la compensadora (rasante) mas económica.
- ✎ Calculo de espesores de corte y terraplén.
- ✎ Diseño de las secciones del camino en corte o terraplén con sus cunetas y contracunetas si se requiere.
- ✎ Calculo de curvas verticales.
- ✎ Calculo de los volúmenes de corte y terraplén.
- ✎ Calculo de las coordenadas de la curva masa.
- ✎ Calculo del volumen de préstamo y desperdicio.
- ✎ Calculo de los volúmenes de sobre acarreo.
- ✎ Calculo del acarreo libre.
- ✎ Elaboración de planos de proyecto referente a la curva masa

Además del reconocimiento y levantamiento topográfico del sitio, trazo de la trayectoria de cada camino de acceso, se incluyen los trabajos de apertura de brecha del derecho de vía tomando en cuenta cualquier material que pudiera presentarse.

Para la ejecución de estos trabajos se debe tomar en cuenta que la topografía del terreno es irregular, que se tienen diferentes tipos de suelo, así como escurrideros y arroyos que requieran la construcción de obras complementarias.

Muchas veces no se construye desde cero sino que solo hay que reacondicionar y/o rehabilitar los caminos, tomando en cuenta las normas y especificaciones vigentes tanto de PEP (Pemex Exploración y Producción) y de la S.C.T.

Dentro de la ingeniería se debe considerar la papelería, licencias de uso de software, equipo de cómputo, suministro de materiales, mano de obra, equipo de oficina, para la ejecución de los trabajos de acuerdo a los alcances propuestos por el cliente.

Se debe realizar la ingeniería de conformidad con las especificaciones del contrato que se establezcan en su caso en cada licitación, utilizando conocimientos tecnológicos comercialmente comprobados.

Dentro de la Ingeniería Pemex incluye dos conceptos llamados As-Built y Libro de Proyecto, los cuales se definen a continuación:

As-Built - Los planos y documentos que avalan la condición física final de cómo quedó construida una instalación de una obra o proyecto con base en lo aprobado y entregado a PEP.

Libro de Proyecto - Es el conjunto de documentación e información de ingeniería, procura, construcción, instalación y puesta en servicio generada durante el desarrollo de una obra o proyecto específico.

Como podemos observar estos documentos son elaborados al final de cada proyecto, donde cada contratista entregará a Pemex los planos definitivos (planos “as-built”).



PROCURACIÓN

La procura es la búsqueda de materiales y equipo adecuados, así como negociar condiciones favorables de precio, tiempo de entrega y garantías. Va desde las cotizaciones tanto de materiales como de equipo hasta posibles subcontrataciones. En el caso de Pemex este concepto abarca también compra, venta y hasta renta de predios, lo que sería la gestoría.

La compañía contratista es responsable de estar monitoreando los incrementos o decrementos de los precios de los materiales para que en su debido momento se pueda proceder a las escalatorias pertinentes.

En todo momento la compañía contratista es responsable de suministrar la maquinaria y equipo, materiales adecuados en calidad, servicios y personal calificado hasta el fin del proyecto.

La maquinaria deberá ser el adecuado para este tipo de trabajos y suficientes para cumplir en tiempo y forma con el programa de construcción de las obras de infraestructura (de ingeniería civil), que permita la intervención de los equipos de perforación.



Fotografía. 6.- Predios afectados.

La gestoría, siendo esta lo que refiere a todos los tramites necesarios para la compra, venta y hasta renta de los predios, es decir, se refiere a los servicios de carácter administrativo a cambio de una remuneración hacia los locatarios por parte de la empresa contratista.

También entran en esta categoría el trámite de los permisos respectivos para la explotación de bancos, licencias, permisos y pagos a la comisión nacional del agua cuando se trate de grava de río, suministro de los materiales de revestimiento para el reacondicionamiento y/o construcción de plataformas y caminos de acceso en los diferentes campos, sectores y/o áreas que integran el Activo Integral Aceite Terciario del Golfo.

Una vez que se han ubicado las macroperas y los caminos de acceso el contratista debe de ir al terreno encargándose de ubicar superficialmente los terrenos de los propietarios para su entrevista posterior.

Una vez ubicada la localización en superficie, el contratista localiza a los propietarios que serán afectados con la construcción de los caminos de acceso y la misma macropera del proyecto solicitándoles el permiso para ejecutar los trabajos, estableciendo el compromiso de pago de los bienes y la ocupación superficial en base a los tabuladores vigentes.

70

En aquellos casos en los que se tenga dificultad o negativa para obtener el permiso Pemex será quien realice estos trabajos con mecanismos diferentes y estrategias que permitan obtener los permisos.

Pemex maneja que el pago de las afectaciones las realiza la propia empresa contratista, la cual con los debidos comprobantes es pagado a esta en las estimaciones, creando para esto un concepto en el catálogo de conceptos el cual será reembolsable al 100%. Este tipo de procedimientos ha generado ciertas inconformidades entre las empresas constructoras pues este dinero al ser desembolsado deja de generar más dinero para la empresa. Motivo el cuál Pemex ignora y no presenta alternativas de apoyo, pues es un dinero que vuelve a ser productivo para la empresa hasta uno o dos meses después, cuando es presentada la debida estimación.

También la empresa contratista es responsable de los daños que se puedan causar a terceros ocasionados dentro y fuera del derecho de vía o fuera de los caminos de acceso durante la ejecución de los trabajos. Como podría ser daños a obras públicas existentes como acueductos, drenajes, entre otras.

Dentro de la procura se incluyen los permisos y pagos correspondientes al uso de agua, el manejo de la basura o desechos que hubiere en las áreas de trabajo, concentrando el producto en basureros oficiales y, en su caso, en centros de confinamiento autorizados.

Una actividad muy importante dentro de la procura es el efectuar todos los trámites necesarios ante las autoridades correspondientes, para en su caso obtener licencia para explotar los bancos de materiales a suministrar a la obra.



CONSTRUCCIÓN

Cuando tienes todo en el lugar de construcción y comienzas a construir, se termina la fase de procura y comienza la de construcción. La construcción per se, consiste en llevar a cabo lo que indica la ingeniería, de forma eficaz, segura y consciente del medio ambiente.

La empresa contratista durante la etapa de construcción debe efectuar los trabajos necesarios para garantizar el cumplimiento de las especificaciones aplicables de acuerdo al proyecto. Sabiendo que siempre en todo proyecto los costos por motivos de trabajos mal realizados serán con cargo a la misma constructora sin poder ser reembolsables.

La empresa tiene que ejecutar todas las obras que no estén expresamente estipuladas o descritas en el proyecto, pero que sean necesarias para la construcción de caminos de acceso y plataformas.

La constructora encargada de llevar el proyecto debe de contar con un laboratorio de mecánica de suelos el tiempo que se requiera para realizar los estudios necesarios, que permita garantizar los resultados y el número de pruebas necesarias a fin de cumplir con los requisitos del proyecto.

Durante la construcción se debe de llevar al día la Bitácora de Obra que en este caso, Pemex, maneja un programa de computadora especial con la denominada Bitácora Electrónica. Pemex proporciona una amplia guía del manejo de esta y esta abierta la comunicación para aclarar las dudas respectivas.

Algunas definiciones que serán tratadas más adelante son:

- ☞ **Acamellonado.**- Tiro de material en la superficie a construir a lo largo de esta.
- ☞ **Alcantarilla.**- Es un conducto cerrado para el paso del drenaje de la superficie debajo de una carretera, canal u otro terraplén, que permite drenar el agua proveniente de escurrimientos naturales, arroyos, precipitaciones, entre otros.
- ☞ **Aprobación.**- Término que indica que el producto, servicio o documento cumple con los requerimientos especificados.
- ☞ **Base.**- Capa de transición de pavimentos, que se construye posterior a la construcción de terraplén compactados al 95%, (capa subrasante) y/o capa de transición de sub-base compactada al 100%
- ☞ **Estratigrafía.**- Estudio que se le hace al suelo para conocer de cuantas y que tipo de capas lo conforman.
- ☞ **Excavación.**- Extracción de tierra en profundidades mayores a la capa orgánica la cual se realiza a cielo abierto para alcanzar un nivel deseado para el desplante de una capa determinada, en este caso de un camino de acceso y/o macropera.

- ✎ **Excavación con explosivos.-** Extracción de material tipo C en el cual es necesario el empleo de mancuernas de barrenación (track drill y compresor de aire) para barrenar la roca y utilizar posteriormente el uso de explosivos para la correcta fracturación del material el cual posteriormente se desaloja del lugar hasta alcanzar el nivel deseado.
- ✎ **Guardagano.-** Paso falso, arreglo de tubería metálica que se inserta o ancla al piso para prohibir el paso al ganado.
- ✎ **Mecánica de suelo.-** Estudio que se hace al suelo para conocer su capacidad de carga.
- ✎ **Norma.-** Un documento establecido por consenso y aprobado por un grupo reconocido que brinda para el uso cotidiano y repetitivo, reglas, guías o características para las distintas tareas o resultados, buscando el logro de la condición óptima en un contexto dado.
- ✎ **Procedimientos.-** Documento que describe de manera secuencial lo que debe ser realizado y por quien.
- ✎ **Revisión.-** Una evaluación independiente realizada por un individuo o grupo competentes en el área en consideración.
- ✎ **Sub-base.-** Capa de transición de pavimentos, que se construye posterior a la construcción de terraplén compactados al 95%, (capa subrasante).
- ✎ **Terraplén.-** Es una estructura formada por capas de suelo colocado sobre terreno natural para lograr un determinado nivel.

Terracerías

Al inicio del procedimiento se realizara un estudio topográfico y mecánica del suelo; con esto conoceremos el perfil de suelo, así como la capacidad de carga de este, con estos datos se desarrollara la ingeniería para la construcción determinada por el proyecto que inicia con:

Chapodeo del sitio: Consiste en cortar a ras del suelo la maleza y árboles.

Desmontes: Consiste en el retiro de la vegetación existente en el derecho de vía para la construcción de plataformas y caminos, el objeto es eliminar la presencia de material vegetal ya sea tala, roza, desrame; lo cual será con maquinaria o con herramienta manual.

Despalme: Consiste en la extracción y retiro de la capa superficial del terreno natural, que por sus características es inadecuada para la construcción de terracerías, se ejecutara considerando el espesor máximo de 20 cm. o como lo indica la estratigrafía del terreno; todo esto previo a los cortes en terreno natural, aplicación y/o abatimiento de taludes, desplantes de terraplenes.

Una vez despalmado el terreno, se procede a compactar con maquinaria "Pata de cabra" y vibro compactador de rodillo liso a 85% de la prueba Proctor con control de laboratorio, esto nos dará una superficie firme para la construcción de terraplenes.

Se cortara el terreno natural en ampliación y/o abatimiento de taludes en rebajes de corona de cortes o terraplenes existentes, con el objeto de preparar o afinar la sección de obra de acuerdo a proyecto y/o lo ordenado por el cliente, el corte se iniciara después que se haya seccionado cada 20 mts. y colocado balizas, estacas, trompos y bancos de nivel; la maquinaria a utilizar será motoconformadora y tractor buldózer, D7, D8.

Se debe determinar la cota indicada por el proyecto entre cortes y terraplenes, se dará por terminado un corte se verificaran el alineamiento, el perfil, la sección, su forma, anchura, acabado de acuerdo con lo descrito en la ingeniería del proyecto mediante equipo topográfico.

La construcción de terraplenes podrá efectuarse con material producto de banco o producto del corte, los terraplenes se construirán en capas sensiblemente horizontales no mayor de 20 cm. (recomendables a lo que se describe en la ingeniería) la compactación será al 95% de la prueba Proctor con control de laboratorio.

Se incorpora agua , con pipa provista de un surtidor homogéneo (tren de riego) de preferencia con barra perforada para riego hasta alcanzar la humedad optima; una vez terminada esta fase se procederá a tender el material de base acamellonado y nivelada en capas de 20 cms a lo largo de la superficie de rodamiento con un bombeo en las tangentes del 2%, ya terminada se comienza la compactación uniforme por medio de un rodillo tipo tándem de ocho o doce toneladas, para la compactación total se utilizaran rodillos neumáticos con peso de cinco a veinte tons. Hasta alcanzar el porciento de compactación deseada (95% de la prueba Proctor), finalmente se planchará nuevamente con rodillo tipo tándem con objeto de borrar las huellas dejadas con el rodillo neumático.

Sub-base

Concluida la capa subrasante y una vez recibida y aprobada por la Supervisión, se procederá al tendido y compactación de la capa de sub-base con un equipo de motoconformadora, la cual se tendera en una sola capa de espesor de acuerdo a lo que indique el proyecto, y se compactará al 100% de su peso volumétrico seco máximo con un rodillo liso vibratorio, según la prueba de compactación aprobada por el laboratorio de control de calidad. El material utilizado cumplirá con las especificaciones de proyecto, el cual se tendera y compactará con la humedad cercana a la óptima.

Durante la conformación de la sub-base se debe asegurar que la capa tenga un espesor constante de acuerdo a proyecto y se conserve el bombeo indicado en el proyecto geométrico en toda su longitud.

El encargado de obra deberá llevar a cabo la construcción y el control de los procedimientos para la correcta ejecución de este concepto; así como la verificación de los registros de las pruebas de control para aceptación de estos trabajos.

Se contará con el equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, tal como: motoconformadoras, rodillos lisos vibratorios, pipas de agua, etc., personal calificado, sistemas de aseguramiento y control de calidad.



Fotografía. 7

Se observarán igualmente las reglas y normas de seguridad industrial, pertinentes por el cliente.

Base

Concluida la capa de subrasante y/o sub-base y una vez recibida y aprobada por la Supervisión, se procederá al tendido y compactación de la capa de base con un equipo de motoconformadora, la cual se tendera en una sola capa de espesor de acuerdo a lo que indique el proyecto, y se compactará al 100% de su peso volumétrico seco máximo con un rodillo liso vibratorio, según la prueba de compactación aprobada por el laboratorio de control de calidad. El material utilizado cumplirá con las especificaciones de proyecto, el cual se tenderá y compactará con la humedad cercana a la óptima. Durante la conformación de la base se debe asegurar que la capa tenga un espesor constante de acuerdo a proyecto y se conserve el bombeo indicado en el proyecto geométrico en toda su longitud.

El superintendente de obra y encargado de obra deberá llevar a cabo la construcción y el control de los procedimientos para la correcta ejecución de este concepto; así como la verificación de los registros de las pruebas de control para aceptación de estos trabajos.

Se contará con el equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, tales como: motoconformadoras, rodillos lisos vibratorios, pipas de agua, etc., personal calificado, sistemas de aseguramiento y control de calidad.

Se observarán igualmente las reglas y normas de seguridad industrial, pertinentes por el cliente.

Revestimiento



Fotografía. 8

Se debe tender en todo el ancho de la corona. El material de revestimiento debe tener la suficiente cohesión sin llegar a ser plástico, para que no se desplace a las orillas del camino. El espesor definitivo del material de revestimiento debe calcularse por el laboratorio de mecánica de suelos en función de la calidad de las terracerías, dichos resultados no deben ser menores a los estipulados en tablas que Pemex establece que van dependiendo de la clase de camino de 8 a 15cm de espesor con un grado de compactación de 90% a 95%.

Pavimentos (Flexible)

Para la ejecución de este concepto de trabajo el contratista deberá apegarse a lo indicado en las normas tanto de Pemex como de la SCT, la NRF-038-PEMEX-2005, camino de acceso a instalaciones petroleras y norma N-CTR-CAR-1-04-006-04, respectivamente, las cuales incluyen:

Construcción de base hidráulica

Comprenderá el suministro y colocación, compactación al 95% prueba Proctor estándar de material para base que cumpla con las características y requisitos de calidad utilizando material triturado de 1 ½" a finos de base hidráulica en capas de 20 cm. de espesor, que reúna las características de la curva granulométrica, así como las solicitadas por el cliente.

Barrido de superficie.

Limpieza de la superficie de base hidráulica o carpeta con soplador neumático, cepillos o barredoras autopropulsadas para dejarla libre de cualquier material extraño, retirando el material que de esto se obtenga.

Riego de impregnación.

Riego de impregnación, sobre base hidráulica de acuerdo a la especificación No.3.123.04-1999 bases, sub-bases y revestimientos. Los solventes que se requieran se añadirán de acuerdo a las normas de la SCT y serán suministrados por el contratista para rebajar el asfalto.

Riego de liga.

Aplicación de riego de liga con petrolizadora antes de la colocación de mezcla asfáltica, empleando emulsión asfáltica en proporción de 1.0 lts/m² y efectuando el riego a una temperatura de 60°C.

Colocación de carpeta asfáltica.

Comprende el suministro de carpeta asfáltica elaborada en planta de 5.0 ó 7.0cm de espesor terminada, compactado al 95% prueba Proctor estándar, que el

material cumpla con las características y requisitos de calidad que se contemplan en la curva granulométrica.

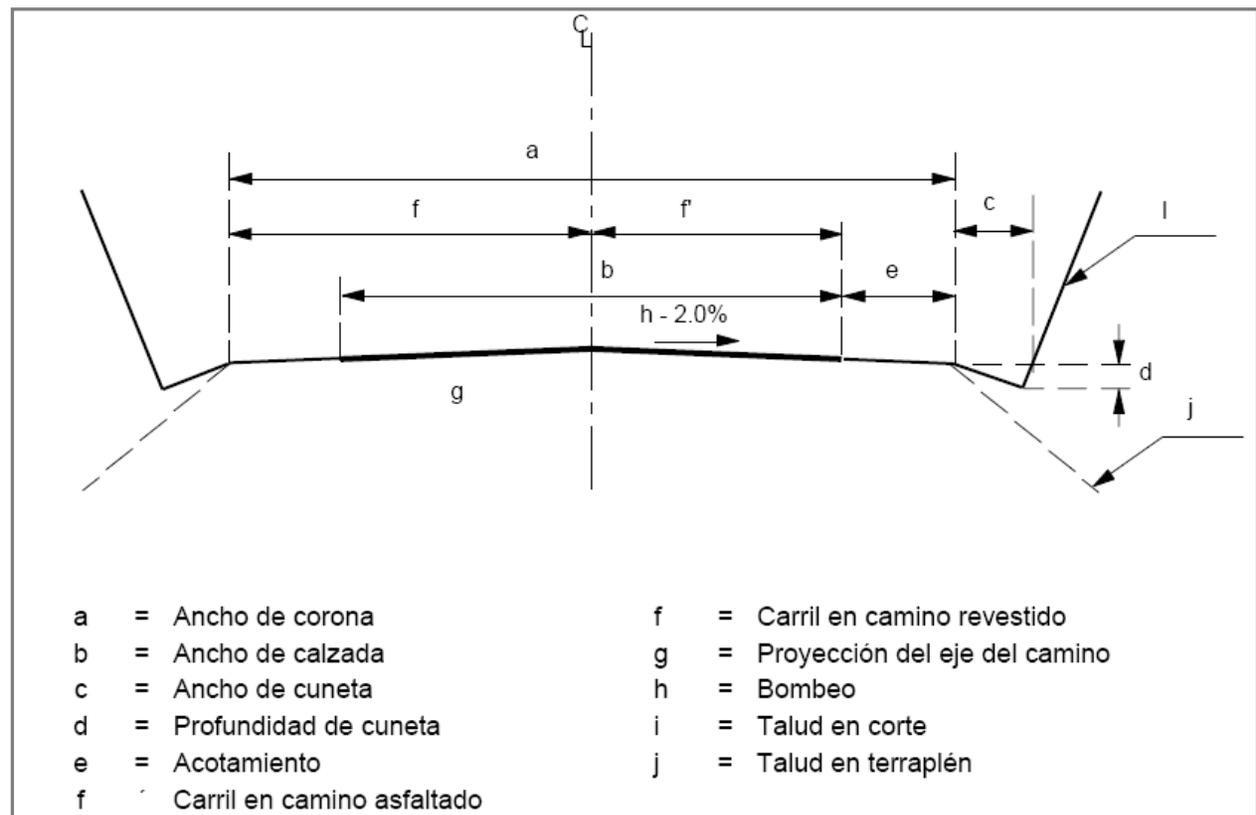
Riego de sello.

Suministro y aplicación de materiales para la aplicación de material asfáltico a la superficie terminada de la carpeta, cubriendo con un material pétreo, esto con objeto de impermeabilizar y proteger la carpeta y lograr una superficie antiderrapante.

Obras complementarias.

Suministro y aplicación de pintura en la parte central y en los acotamientos del camino sobre la carpeta asfáltica y en guarniciones en caso de existir.

Figura. 11.- Representación general de los elementos geométricos de un camino



Uso de Explosivos para corte en material tipo C

Una vez determinada el área en donde exista la zona rocosa se procederá a seleccionar los equipos y las cantidades adecuadas para la correcta ejecución de todas las actividades en tiempo y forma de este trabajo.

Se seleccionará además el aditamento del equipo adecuado de acuerdo a las necesidades del trabajo por ejecutar. Una vez seleccionado el equipo se verificará antes de transportarlo si está en buenas condiciones de operación, verificando como mínimo lo siguiente:

- ☒ Mangueras de alta presión
- ☒ Marcha
- ☒ Bombas de fluidos
- ☒ Neumáticos y/o orugas
- ☒ Batería
- ☒ Filtros (combustible aire, aceite)

Posterior a todo lo anterior se verificará si existen líneas de conducción enterradas tales como:

- ☒ Líneas de hidrocarburos líquidos
- ☒ Líneas de gas
- ☒ Fibra óptica
- ☒ Líneas eléctricas
- ☒ Tuberías de drenaje

Si se sospecha y no se está seguro de la ubicación de las líneas que pasan por el área, entonces se procederá a hacer lo siguiente:

- ✎ Usar un detector de metales de alta resolución para localizar las posibles líneas abanderando el lugar para después localizarlas con excavación manual.
- ✎ En su defecto se realizarán sondeos transversales a la posible localización de las líneas bajo la profundidad que se desea excavar.

Una vez efectuado todo lo anterior se procederá a realizar primeramente un análisis de la zona por atacar lo cual nos determina dependiendo del tipo de roca existente la cuadrícula a emplear, así como la profundidad de la barrenación.

Ya determinado el punto anterior se procede a incorporar en la zona un equipo de perforación compuesto por una mancuerna (Compresor para aire y Track Drill) y todos los accesorios necesarios (barras, coples y brocas). Este equipo realizará la perforación de cada barreno de acuerdo a la cuadrícula ya previamente establecida cuidando oportunamente la profundidad y la inclinación de cada barreno.

Dependiendo de la zona por atacar también será la magnitud de la cantidad de barrenos por poblar y por tronar. El factor de carga a utilizar (cantidad de explosivo por m³) depende del tipo de roca y de la cuadrícula de barrenación así como de las condiciones adyacentes de la zona por volar, ya que en circunstancias críticas se opta por ejecutar voladuras controladas para evitar daños.

El poblado de los barrenos lo ejecuta personal calificado en la materia el cual considera todas las disposiciones marcadas por la SEDENA, tanto en la cuantificación precisa de todos los explosivos a utilizar.

Una vez ya teniendo el material explosivo a utilizarse en el lugar de la voladura este se vigilara con personal de seguridad en la materia para que se le de el uso adecuado y en las cantidades previamente establecidas por el factor de carga, cuidando con especial atención que todo el personal este plenamente capacitado para este trabajo.

Al final del poblado de la zona por volar se realizará un reporte pormenorizado de cada barreno en particular y de todo en su conjunto para corroborar todo el material solicitado con lo utilizado y en determinado caso que se presentara alguna diferencia establecer un reporte detallado explicando las causas que lo ocasionaron.

La voladura se ejecutará ya una vez checado y acordonando la zona de acuerdo a cada caso en particular, informando a los habitantes aledaños de los trabajos que se realizan para evitar algún daño, apoyándose para esto con las autoridades correspondientes

Ya efectuada la voladura se procederá al retiro del material con el equipo adecuado para su disposición final, checando que se cumpla los niveles de proyecto.

Construcción e instalación de alcantarillas



Las alcantarillas se colocarán en zanjas o se pueden tender sobre la rasante y cubrirlas con un terraplén. En la construcción con zanjas, se realiza el trazo y nivelación. En seguida se marca y se estaca sobre el terreno, y posteriormente se continúa con la excavación, la cual se realizará con equipo (retroexcavadora) y afine a mano.

Se colocará posteriormente una cama de material suave arenoso en el fondo de la zanja, colocándose posteriormente la tubería de polietileno de alta densidad en sus diferentes diámetros continuando con el relleno de la zanja con material producto de la excavación debidamente seleccionado, libre de impurezas.

El encargado de obra deberá llevar a cabo la construcción y el control de los procedimientos para la correcta ejecución de este concepto; así como la verificación de los registros de las pruebas de control para aceptación de estos trabajos.

Se observarán igualmente las reglas y normas de seguridad industrial, pertinentes por el cliente.

Cunetas y contracunetas

Para el revestimiento de cunetas y contracunetas, se utiliza concreto $f'c=150$ kg/cm²; el espesor es de 10 cm promedio. Antes del vaciado de concreto en cunetas se debe colocar malla 66-10/10 anclada a la configuración de las cunetas, incluyendo los trabajos de: afine, compactación, cimbra, reglas y fronteras, elaboración, vaciado y curado de concreto y descimbrado.

Guardaganado y puerta metálica

Se prefabricará el guardaganado y/o puerta metálica en un taller por sus dimensiones y peso para posteriormente ser transportada en camión con plataforma. Antes de la prefabricación se procederá a verificar las dimensiones, especificaciones de la tubería o acero estructural en el proyecto para su correcta realización. Así como el equipo necesario para su construcción.

Se realizaran los cortes y biselados de la tubería o acero estructural previamente seleccionado, posteriormente alineado y soldado mediante el diseño de los planos del proyecto, todo esto por un soldador calificado bajo procedimiento y prueba. Todos estos puntos mencionados deberán ser inspeccionados por Control de Calidad, como evidencia para la conformidad de las buenas practicas de trabajo.

El encargado de obra deberá llevar la trazabilidad y mapeo (No. de colada, No. de registro, soldaduras, etc. lo que aplique); así como los registros de las pruebas para aceptación aplicables a este arreglo.

El taller contará con el equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, tal como: grúas viajeras, suministro o energía eléctrica, buena iluminación y ventilación adecuada, personal calificado, sistemas de aseguramiento y control de calidad.

El guardaganado o puerta metálica se transportará en camión de plataforma del taller al área de instalación. Si la prefabricación fue en sitio, la maniobra de instalación será ejecutada de la siguiente forma:

- ✎ Para Guardaganado: Se deberá tener la excavación finalizada y conformada, el guardaganado será elevado mediante grúas articuladas tipo HIAB (montadas en camiones), este será sujetado por cadenas por ambos lados y depositado en las aristas de la excavación, se inspeccionara que quede completamente fijo a éstas.
- ✎ Para puertas metálicas: Se deberá tener erejada la estructura donde se instalara la puerta, dependiendo de el peso y tamaño de la puerta su maniobra será manual o por grúas tipo HIAB, ésta se elevará y se insertará en las bisagras prefabricadas y soldadas en la estructura y puerta, se inspeccionará que la inserción de las bisagras queden correctamente y su alineamiento con respecto al piso.

Se observarán igualmente las reglas y normas de seguridad industrial, pertinentes por el cliente.

Geomembrana

Aquí se habla de una geomembrana con una capa de geotextil. La cual la empresa contratista deberá suministrar y colocar dentro de las instalaciones solicitadas de acuerdo al lineamiento PEP 202-11000-gsp-109-0002 de fecha julio del 2006.

La geomembrana de alta densidad debe de tener un espesor mínimo de 1.5 mm y ser compatible con productos bituminosos (asfaltos, alquitranes e hidrocarburos). .

El suministro y colocación se realizará de acuerdo con las dimensiones del sitio donde se colocará, previo conocimiento del sitio. Bajo la superficie de la geomembrana, se suministrará y colocará como soporte una capa de geotextil de acuerdo a los espesores y densidades indicadas en el proyecto.

Bajo la superficie del geotextil, se colocará como protección una capa de arena de 5 cm. de espesor.

Las uniones entre geomembrana, deberán ser termo fusionadas o con un procedimiento similar, de tal manera que en caso de derrames, eviten el paso de líquidos contaminantes al suelo o terreno.

Contrapozo



Fotografía. 10

La construcción de un contrapozo es con concreto reforzado, en las dimensiones que se indican en el proyecto. Cada contrapozo contendrá un cárcamo de achique. Las actividades que el contratista debe considerar para la construcción de contrapozos para la perforación son las siguientes:

- ✎ Trazo y marcado del área de construcción.
- ✎ Excavación manual y/o con maquinaria, incluye afine de paredes y fondo.
- ✎ Plantilla de concreto simple $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cms, de espesor .
- ✎ Suministro, habilitado e instalación de acero de refuerzo.

- ✎ Suministro, habilitado y colocación de cimbra, incluye retiro de la misma.
- ✎ Elaboración, vaciado, vibrado y curado de concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$



Fotografía. 11

El acero de refuerzo deberá ser de $\frac{1}{2}$ " \varnothing a cada 0.18 m. de separación en ambos sentidos, en muros y losa de cimentación. Estos trabajos incluyen suministro y colocación de ángulo de $2 \times 2 \times 3/16$ " en todo el perímetro del contrapozo, especificación acero estructural a-36.

El contratista para la ejecución de estos trabajos, debe considerar todos los materiales, mano de obra, equipo de seguridad del personal, herramientas, la maquinaria y equipo de construcción necesaria y acorde a los trabajos a realizar de conformidad con los alcances.

A continuación se presenta un cuadro donde podemos ver los trabajos antes mencionados a que aplican, ya sea a caminos de acceso y/o a macroperas.

Concepto	Caminos de acceso	Macropera
Terracerías	√	√
Sub-base	√	
Base	√	
Revestimiento	√	√
Pavimentos (Flexible)	√	
Uso de Explosivos para corte en material tipo C	√	√
Construcción e instalación de alcantarillas	√	
Cunetas y contracunetas	√	√
Guardaganado y puerta metálica	√	√
Geomembrana		√
Contrapozo		√



PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO

Para poder abarcar este punto tomamos en cuenta dos ejemplos de programas para dos casos diferentes de proyectos. El primero tomado de un caso de un proyecto que requería la construcción de 12 macroperas con un plazo de ejecución de los trabajos de 478 (cuatrocientos setenta y ocho) días naturales, siendo la fecha estimada de inicio 06 de enero de 2009 (empezando por la gestoría) y la fecha de terminación el 28 de abril de 2010. Referente a la licitación 18575106-045-08. Estos trabajos debían ejecutarse con un máximo de 4 frentes de trabajo, siendo cada frente una macropera. Quedando así el programa general de la obra:

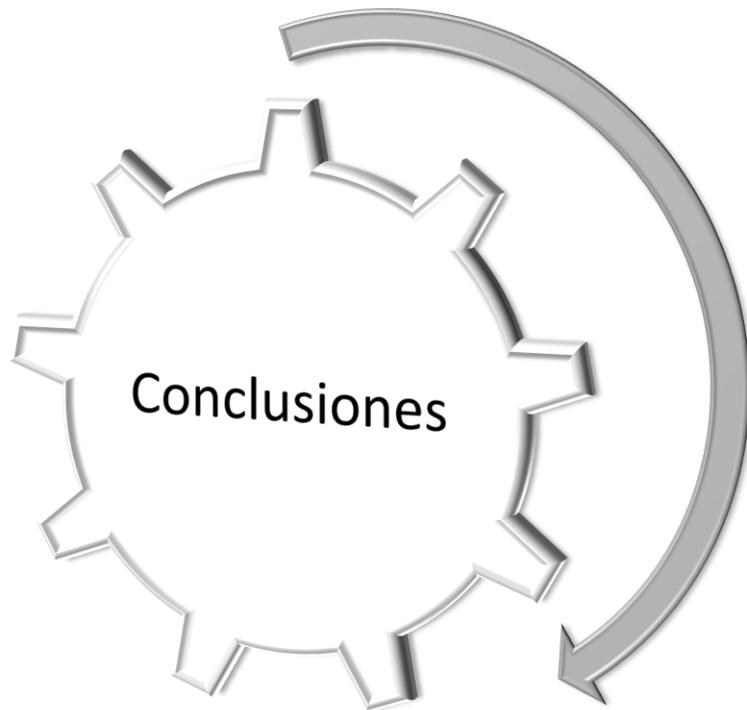
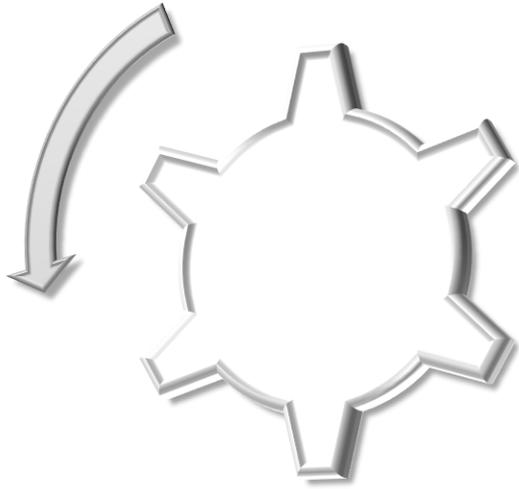
Descripción	2009											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Frentes y Terminación de Macroperas.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				1	1	1	1	1	1	1	1	1
					1	1	1	1	1	1	1	1
No de frentes de trabajo		1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
No de Macroperas terminadas					1	1	1	1	1	1	1	1

Descripción	2010											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Frentes y Terminación de Macroperas.	1											
	1	1										
	1	1	1									
	1	1	1	1								
No de frentes de trabajo	4	3	2	1								
No de Macroperas terminadas	1	1	1	1								

El segundo tipo de programa lo tomamos de la propuesta elaborada para la licitación 18575106-022-08, un proyecto para la construcción de 30 macroperas en un tiempo estimado de 360 (trescientos sesenta) días naturales, siendo la fecha estimada de inicio el 10 de octubre de 2008 y la fecha de terminación el 04 de octubre de 2009.

Ejemplo 2. Programa de obra para la construcción de 30 macroperas

Descripción	Oct-2008	Nov-2008	Dic-2008	Ene-2009	Feb-2009	Mar-2009	Abr-2009	May-2009	Jun-2009	Jul-2009	Ago-2009	Sep-2009	Oct-2009	Total
CAMINOS														
INGENIERÍA	1.28%	35.90%		15.38%				47.44%						100.00%
DESMONTE Y DESPALME			25.00%	25.00%					25.00%	25.00%				100.00%
CORTES			25.00%	25.00%					25.00%	25.00%				100.00%
TERRACERIAS, TERRAPLENES, SUB-BASE Y BASE				16.67%	16.67%	16.67%				16.67%	16.67%	16.65%		100.00%
REVESTIMIENTO					23.64%	25.45%					25.45%	25.46%		100.00%
CUNETAS Y CONTRACUNETAS							25.00%	25.00%					50.00%	100.00%
PAVIMENTOS														
PAVIMENTO FLEXIBLE					16.65%	16.68%	16.68%				16.65%	16.68%	16.66%	100.00%
MACROPERAS														
INGENIERÍA		32.86%		17.14%				50.00%						100.00%
DESMONTE Y DESPALME			25.00%	25.00%					25.00%	25.00%				100.00%
CORTES			25.00%	25.00%					25.00%	25.00%				100.00%
TERRACERIAS Y TERRAPLENES				16.67%	16.67%	16.67%				16.67%	16.67%	16.65%		100.00%
REVESTIMIENTO				16.67%	16.67%	16.67%				16.67%	16.67%	16.65%		100.00%
CUNETAS Y CONTRACUNETAS							25.00%	25.00%					50.00%	100.00%
OBRAS AUXILIARES														
GUARDAGANADOS Y PUERTAS METÁLICAS					13.33%	13.33%	13.33%	10.00%		13.33%	13.33%	13.33%	10.02%	100.00%
ALCANTARILLAS					12.50%	12.50%	12.50%	12.50%		12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	100.00%
CONTRAPOZOS					12.57%	12.57%	12.38%	12.38%		12.57%	12.57%	12.57%	12.39%	100.00%
GEOMEMBRANAS					12.50%	12.50%	12.50%	12.50%		12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	100.00%
MISCELANEOS														
AS-BUILT Y LIBRO DE PROYECTO							33.33%	16.67%					50.00%	100.00%



CONCLUSIONES

La planeación es de suma importancia, pues sólo así se pueden definir las metas y objetivos que Pemex debe seguir para poder definir los proyectos que traerán una derrama económica al país, como nos pudimos dar cuenta a lo largo de este trabajo.

Preactiva era la mentalidad que Pemex tenía anteriormente, donde se esperaba sólo la llegada del futuro, pero como en últimas fechas pudimos darnos cuenta, las reservas de hidrocarburos en México estaban descendiendo por el mismo consumo y la poca exploración, lo que quiere decir que el futuro nos alcanzó.

A una planeación de tipo interactiva es a la mentalidad que Pemex debe de cambiar, ya que ésta se basa en la creencia de que el futuro es moldeable. Con esta mentalidad, al ir aumentando la exploración del país y al ir creando tecnología propia, podemos ir descubriendo más reservas y hacerlas ya sean probables o en el mejor de los casos, probadas.

Actualmente, la extracción del crudo de los yacimientos a través del Activo Integral del Proyecto Aceite Terciario del Golfo que involucra la cuenca de Chicontepec se realiza usando las llamadas macroperas. Las cuales ya han sido descritas y nos dimos cuenta que se basan en infraestructura creada por Ingenieros Civiles. Tomando en cuenta que este no es un campo el cual esté muy explotado por las compañías constructoras y sin embargo es un nicho de trabajo muy amplio.

En esta tesis hemos visto como se interrelacionan directamente tanto la Ingeniería Petrolera como la Ingeniería Civil, ésta ultima a través de la construcción de las macroperas que conlleva varios trabajos que van desde la misma ingeniería hasta la procura y construcción de las mismas.

En los proyectos IPC es muy importante que la empresa tenga un programa muy detallado y completo de la mejor forma, con rendimientos reales, ya que esto traerá consigo una mejor coordinación entre las diferentes áreas de la empresa constructora, y le permitirá a Pemex realizar o coordinar las actividades con las empresas perforadoras extractoras del petróleo.

Es sumamente importante reconocer que, si se hacen bien, los proyectos de infraestructura contribuyen al crecimiento económico. Sin embargo, si no se hacen bien, todos los que contribuimos para que esos proyectos sean posibles, resentimos y pagamos los efectos.

Con la estrategia de Desarrollo Comunitario Sustentable (DCS) Pemex ha logrado y planea ir mejorando en cuanto al adaptar los proyectos del PATG a las comunidades afectadas. Con esta estrategia Pemex ha logrado que las comunidades inmersas en el área de los proyectos se integren a estos, beneficiándose con fuentes de trabajo directas e indirectas. También las vías de comunicación han sido mejoradas o rehabilitadas trayendo consigo mejoras a los poblados.

Normalmente, los resultados en el largo plazo son determinados por las prácticas que se implementen. De esta manera, implementando buenas prácticas o estrategias tendremos proyectos competitivos y, en consecuencia, la competitividad del país se elevará. Por otro lado, la falta de infraestructura, en este caso de infraestructura para la extracción de crudo, se traduce en un rezago para el país.

La causa principal para explicar los fracasos de los proyectos es su pobre definición de objetivos, lo que una buena planeación evita y hace que todos los involucrados trabajen con las mismas metas en mente.

Es importante contar con programas realistas, confiables y competitivos: si no se entiende la importancia de lograr ese nivel de definición, estamos en graves problemas,

porque la inversión continuará sufriendo desvíos. De ahí que, la planeación previa a la ejecución de un proyecto es primordial.

Y en este caso, nos referimos particularmente tanto a la misma Pemex como a la empresa constructora, la cual deberá tener una planeación adecuada dentro de la construcción de las macroperas. Teniendo en cuenta los fines, en este caso los objetivos planteados, los medios y los recursos.

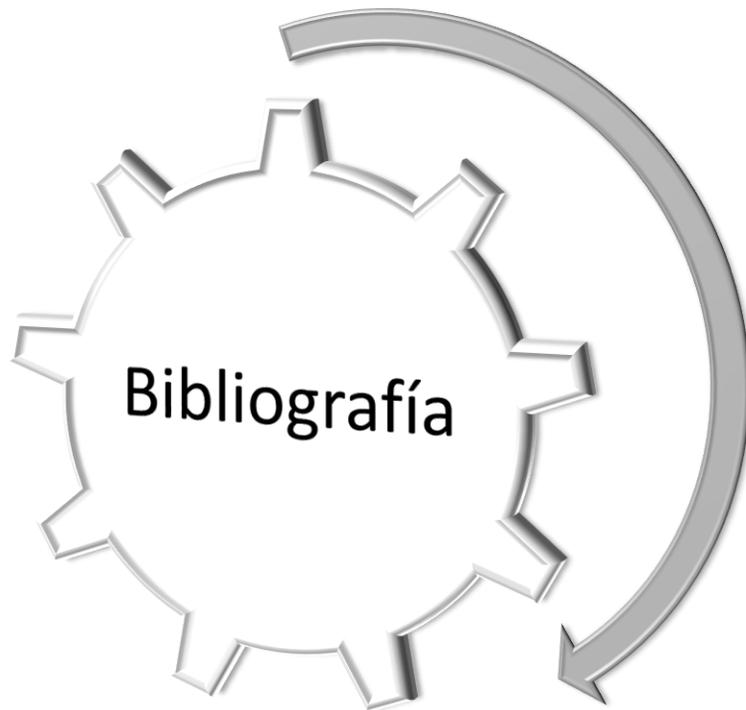
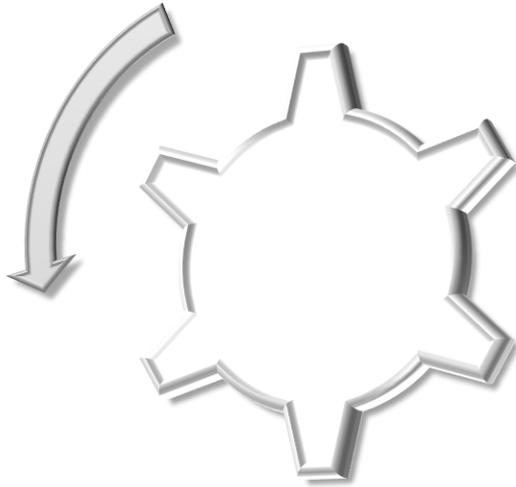
Una buena definición del proyecto se logra teniendo una adecuada interacción entre la ingeniería, procura y construcción en las empresas contratistas.

En los proyectos IPC, se tienen grandes ventajas como se explica a continuación. Comparados con proyectos donde la ingeniería era contratada por separada y la procura y construcción la hacia la empresa constructora, donde a fin de cuentas esta última volvía hacer su propia ingeniería generando doble gasto, para Pemex, en dinero y tiempo para la misma ingeniería.

92

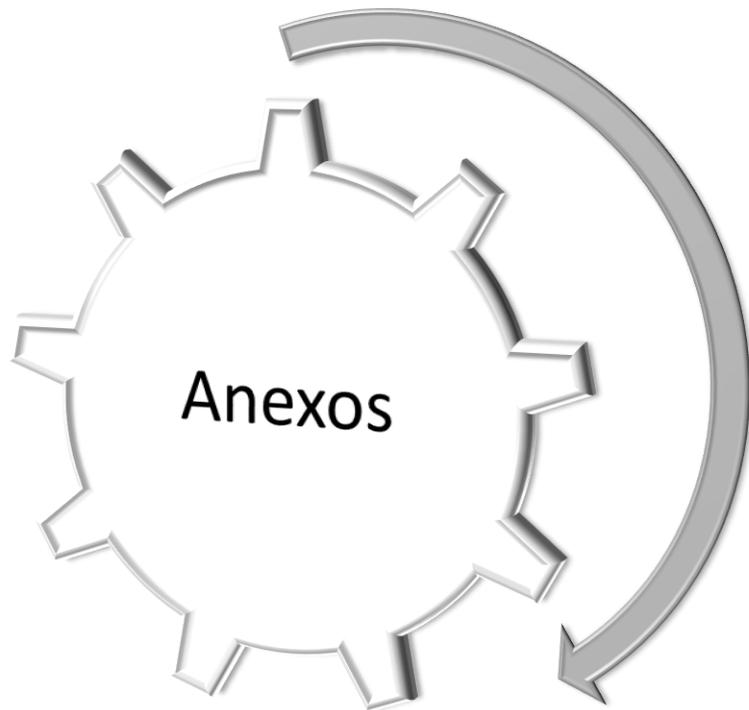
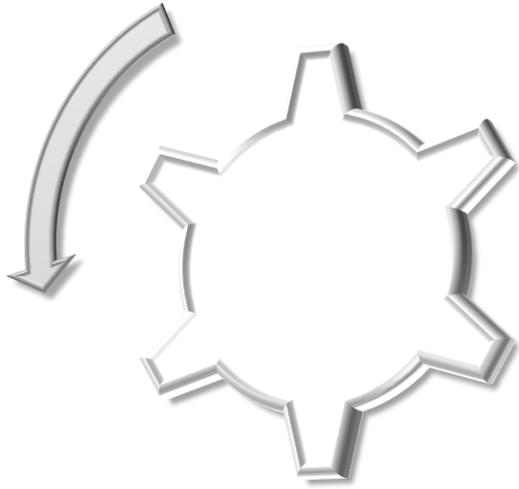
Los proyectos IPC reducen tiempos y costos de los proyectos, lo cual trae consigo algunos beneficios y desventajas también. Dentro de los beneficios en estos proyectos las compañías constructoras tienen en su mano el llevar a cabo toda la planeación del proyecto, pudiendo utilizar de la manera más eficiente los recursos tanto financieros, materiales y humanos.

Pero dentro de las desventajas se encuentra la limitación de algunas empresas en cuanto a poder participar en estas licitaciones. Muchas no cuentan con todo el personal o capacidad de poder llevar a cabo de manera eficiente todas las áreas que se requieren, teniendo que subcontratar algunos trabajos, elevando consigo el precio de venta.



BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Ackoff, Russell L.: *Un Concepto de Planeación de Empresas*, Editorial Limusa, México, 1988.
- ² Scott, B.: *Long-Range Planning in American Industry*, American Management Association, Nueva York, 1965.
- ³ Sherwood, Jr., M.: *The Definition of Planning. Managerial Planning*, Marzo/Abril 1971, pp 16-18
- ⁴ Ackoff, Russell L.: *Un Concepto de Planeación de Empresas*, Editorial Limusa, México, 1988.
- ⁵ Ackoff, Russell L.: *Planificación de la Empresa del Futuro*, Editorial Limusa, México, 1997.
- ⁶ Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan, J. William Pfeiffer.: *Planeación Estratégica Aplicada: Guía General*, Mc Graw Hill, Colombia, 1998.
- ⁷ Ackoff, Russell L.: *Cápsulas de Ackoff. Administración en Pequeñas Dosis*, Editorial Limusa, México, 1989.
- ⁸ Stoner James, Freeman Edward: *Administración*, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1994.
- ⁹ Duffuaa Salih O., *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*, Editorial Limusa, México, 2002
- ¹⁰ <http://www.pdv.com> (n.f.), *Biblioteca Digital, Glosario Petrolero*.
- ¹¹ <http://sie.energia.gob.mx> (n.f.), *Lenguaje Común, Glosario de Términos, Hidrocarburos*.
- ¹² <http://sie.energia.gob.mx> (n.f.), *Lenguaje Común, Glosario de Términos, Hidrocarburos*.
- ¹³ <http://www.pemex.com> (n.f.), *Decretos de la Reforma Energética, Preguntas Generales*.
- ¹⁴ <http://www.pemex.com> (07/05/2008), *Decretos de la Reforma Energética, Preguntas Generales*.
- ¹⁵ <http://www.pemex.com> (31/12/2007), *Reporte Anual de las Reservas de los Hidrocarburos*.
- ¹⁶ <http://www.pemex.com> (30/07/2007), *Visión y propósito*.
- ¹⁷ Alma Hernández, *Meten acelerador al sector energético*, Reforma/Negocios (07/01/09).
- ¹⁸ Noé cruz Serrano, *México halla reserva histórica de petróleo*, El Universal (17/02/09).
- ¹⁹ <http://www.undp.org/spanish/> (mayo 2008), *El PNUD en breve*.
- ²⁰ Pemex, *Anexo "B", Especificaciones Generales*, Licitación: 18575106-046-08, 2008.
- ²¹ *Oilfield Review (Shlumberger)*, *El principio del fin: Revisión de las prácticas de abandono y desmantelamiento*, Volumen 13, No. 4, Primavera 2002.
- ²² XXIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil 2006, *La Construcción en un Mundo Globalizado*, Ponencia de Ing. Borja Navarrete.
- ²³ *Acciones Estratégicas para el desarrollo de proyectos de Infraestructura en México*, ICA, (n.f), pag. 11, figura 3.



ANEXOS

GLOSARIO

Acamellonado.- Tiro de material en la superficie a construir a lo largo de esta.

Activo Integral: En el caso de Pemex, cada Activo Integral es un organismo responsable de la administración y operación de las obras concernientes a todos los proyectos de una o parte de una cuenca específica del territorio nacional. Incluye sus activos como tal, que son los bienes de origen petrolero que todavía están inmersos en el proceso de producción y el bien final pendiente de distribución, los principales activos de Pemex o en cualquier empresa incluyen: sus instalaciones y maquinaria, sus existencias inventariadas de materias primas (aceite, gas, etc.) y productos semiterminados.

Alcantarilla.- Es un conducto cerrado para el paso del drenaje de la superficie debajo de una carretera, canal u otro terraplén, que permite drenar el agua proveniente de escurrimientos naturales, arroyos, precipitaciones, entre otros.

Aprobación.- Término que indica que el producto, servicio o documento cumple con los requerimientos especificados.

As-Built - Los planos y documentos que avalan la condición física final de cómo quedó construida una instalación de una obra o proyecto con base en lo aprobado y entregado a Pemex.

Base.- Capa de transición de pavimentos, que se construye posterior a la construcción de terraplén compactados al 95%, (capa subrasante) y/o capa de transición de sub-base compactada al 100%.

Construcción: La construcción per se, consiste en llevar a cabo lo que indica la ingeniería, de forma eficaz, segura y consciente del medio ambiente.

Estratigrafía.- Estudio que se le hace al suelo para conocer de cuantas y que tipo de capas lo conforman.

Excavación.- Extracción de tierra en profundidades mayores a la capa orgánica la cual se realiza a cielo abierto para alcanzar un nivel deseado para el desplante de una capa determinada, en este caso de un camino de acceso y/o macropera.

Excavación con explosivos.- Extracción de material tipo C en el cual es necesario el empleo de mancuernas de barrenación (track drill y compresor de aire) para barrenar la roca y utilizar posteriormente el uso de explosivos para la correcta fracturación del material el cual posteriormente se desaloja del lugar hasta alcanzar el nivel deseado.

Guardaganado.- Paso falso, arreglo de tubería metálica, que se inserta o ancla al piso para prohibir el paso al ganado.

Hidrocarburos (Petróleos de Venezuela, S.A.): Compuestos formados por la combinación de los elementos carbono e hidrógeno. Es un grupo grande de químicos orgánicos que ocurren en la naturaleza como gases, líquidos y sólidos. Son los componentes principales del gas natural, petróleo y bitumen.

Ingeniería: Desde los estudios de factibilidad hasta la ingeniería de detalle, pasando por diversas etapas como el proyecto de localización y trazos, la ingeniería define al proyecto con las especificaciones de materiales, estructuras y equipos principales. Esta también incluye la elaboración de documentos y planos de las instalaciones.

Libro de Proyecto - Es el conjunto de documentación e información de ingeniería, procura, construcción, instalación y puesta en servicio generada durante el desarrollo de una obra o proyecto específico.

Material tipo "A": es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado. Además se consideran como material tipo "A", los suelos poco o nada cementados con partículas hasta 7.6 cm. Los materiales mas comunes clasificados como material tipo "A" son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

Material tipo "B": son las piedras sueltas mayores de 7.5 cm y menores de 75 cm. Los materiales más comunes clasificados como material tipo "B" son las rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

Material tipo "C": es el que, por la dificultad de extracción, requiere ser excavado mediante el empleo de: rompedora neumática y/o explosivos; además se consideran como material tipo "C" las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm.

Mecánica de suelo.- Estudio que se hace al suelo para conocer su capacidad de carga.

Norma.- Un documento establecido por consenso y aprobado por un grupo reconocido que brinda para el uso cotidiano y repetitivo, reglas, guías o características para las distintas tareas o resultados, buscando el logro de la condición óptima en un contexto dado.

Revisión.- Una evaluación independiente realizada por un individuo o grupo competentes en el área en consideración

Petróleo equivalente: Es la suma del petróleo crudo, condensado y gas seco equivalente al líquido. Siendo este último básicamente el metano.

Planeación (Scott,1965): Es un proceso analítico que abarca una evaluación del futuro, la determinación de los objetivos deseados en el contexto de ese futuro, el desarrollo de otros cursos de acción para lograr estos objetivos y la selección de un curso de acción entre estas alternativas.

Planeación estratégica (Leonard D. Goodstein): Es el proceso por el cual los miembros guía de una organización prevén su futuro y desarrollan los procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlo.

Pozo: Perforación para el proceso de *búsqueda o producción* de petróleo crudo, gas natural o para proporcionar servicios relacionados con los mismos. Los pozos se clasifican de acuerdo a su objetivo y resultado como: pozos de aceite y gas asociado, pozos de gas seco y pozos inyectoros.

Procedimientos.- Documento que describe de manera secuencial lo que debe ser realizado y por quien.

Procuración: Es la búsqueda de materiales y equipo adecuados, así como negociar condiciones favorables de precio, tiempo de entrega y garantías. Va desde las cotizaciones tanto de materiales como de equipo hasta posibles subcontrataciones. En el caso de Pemex este concepto abarca también compra, venta y hasta renta de predios, lo que sería la gestoría.

Reserva: Es la porción factible de recuperar del volumen total de hidrocarburos existentes en las rocas del subsuelo.

Sub-base.- Capa de transición de pavimentos, que se construye posterior a la construcción de terraplén compactados al 95%, (capa subrasante).

Terraplén.- Es una estructura formada por capas de suelo colocado sobre terreno natural para lograr un determinado nivel.

Yacimiento: Unidad del subsuelo constituida por roca permeable que contiene petróleo, gas y agua, las cuales conforman un solo sistema.

NOMENCLATURA

Volumen (líquidos)	
Unidad	Descripción
b	barriles
bd	barriles diarios
Mb	miles de barriles
Mbd	miles de barriles diarios
MMb	millones de barriles
MMbd	millones de barriles diarios
m ³	metros cúbicos
m ³ d	metros cúbicos diarios
Mm ³	miles de metros cúbicos
Mm ³ d	miles de metros cúbicos diarios
MMm ³	millones de metros cúbicos
l	litros
gal	galones

ABREVIATURAS

CMIC: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

CFE: Comisión Federal de Electricidad

DCS: Desarrollo Comunitario Sustentable.

ERM: Environmental Resources Management de México.

ICA: Ingenieros Civiles Asociados.

IPA: Independent Project Analysis.

Proyectos IPC: Proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción.

PATG: Proyecto Aceite Terciario del Golfo.

Pemex: Petróleos Mexicanos.

PEP: Pemex Exploración y Producción.

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional.

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

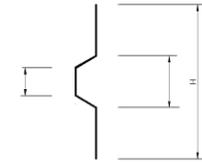
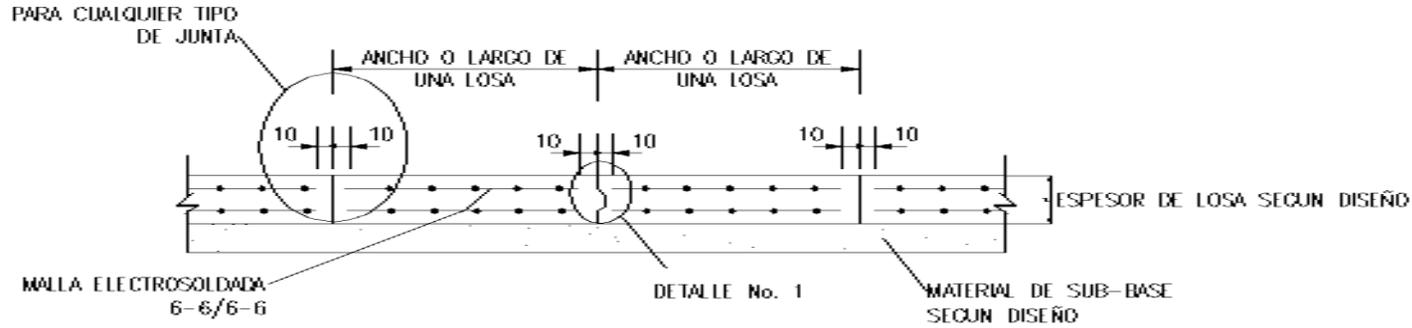
UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

UTM: Universal Transversal Mercator.

UV: Universidad Veracruzana.

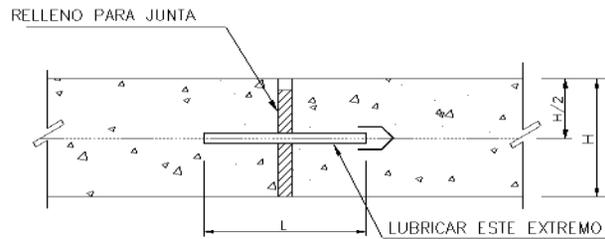
PLANOS COMPLEMENTARIOS.

Pavimento de Concreto Hidráulico

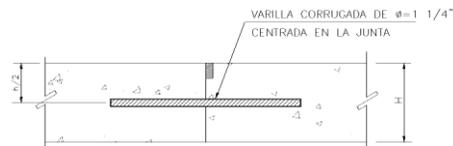


DETALLE 1
DIMENSIONAMIENTO
DE MACHIMBRADO

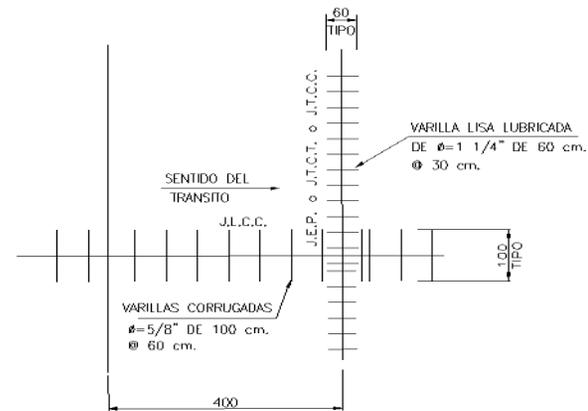
ARMADO DE LOSAS DE PAVIMENTO



JUNTA DE EXPANSION (J.E.P.)



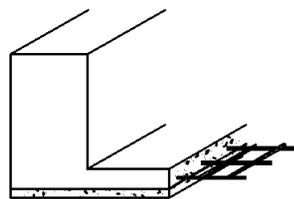
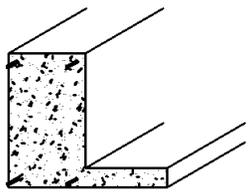
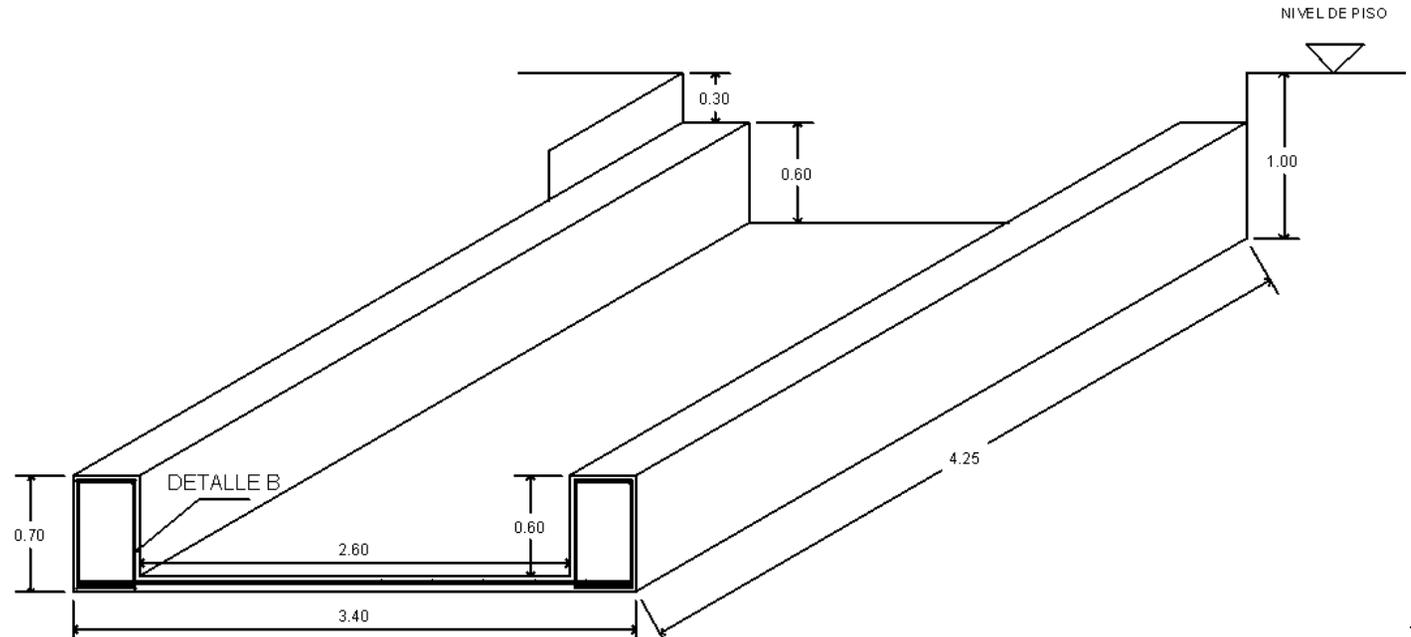
JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCION EN EL TERCIO MEDIO DE LA LOSA (J.T.C.C.)



DISTRIBUCION DE PASAJUNTAS VARILLAS DE SUJECION EN LOSAS

Guardaganados

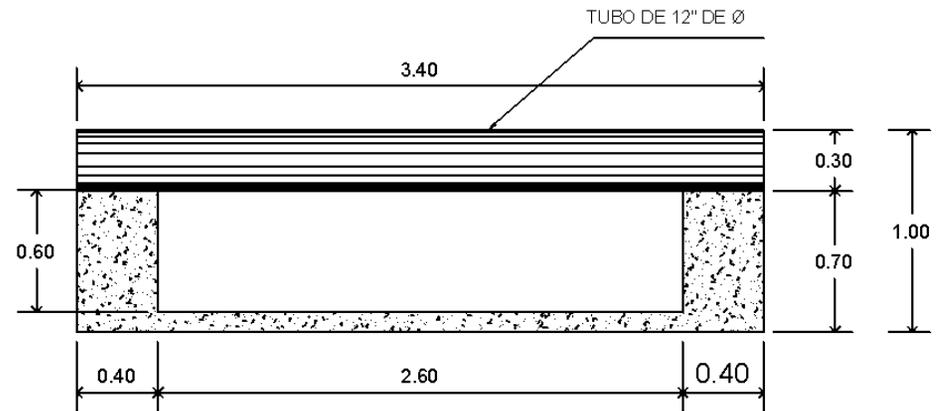
ISOMETRICO DE GUARDAGANADO



PANTILLA $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ (5 cm)

BASE DE GUARDAGANADO HECHA DE CONCRETO ARMADO DE $f_c = 200 \text{ KG/CM}^2$
CON VARILLA DE 3/8 @30 CM. EN AMBOS SENTIDOS.

DETALLE B



DETALLE DE GUARDAGANADO CON TUBO DE 12" DE Ø