



*Universidad Nacional Autónoma de México*

**FACULTAD DE INGENIERIA**

283  
15

**LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE  
HIDROCARBUROS, SU PROCEDIMIENTO  
CONSTRUCTIVO EN LÍNEA REGULAR  
Y ANÁLISIS ECONÓMICO**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO CIVIL**  
PRESENTAN

**JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS  
SERGIO ACEVES BORBOLLA**

**Ciudad Universitaria**

**1984**



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.

**TITULO LINEAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS, SU PROCEDIMIENTO  
CONSTRUCTIVO EN LINEA REGULAR Y ANALISIS ECONOMICO.**

**INDICE**

- I. GENERALIDADES**
- II. INTRODUCCION**
- III. PROCESO CONSTRUCTIVO; DEFINICION Y DESCRIPCION DE  
LAS FASES O ETAPAS DEL PROCESO.**
- IV. PLANEACION Y PROGRAMACION**
- V. ANALISIS ECONOMICO**
- VI. CONCLUSIONES**
- VII. BIBLIOGRAFIA**

CAPITULO I

GENERALIDADES

## CRONOLOGIA DE LA INDUSTRIA DE DUCTOS

Principales hechos históricos que han conducido a la tecnología de la industria moderna de ductos.

5000 a.C.

Fue probablemente en esta época cuando el pueblo chino hizo las primeras tuberías de bambú para llevar agua de las laderas y de los arroyuelos a sus casas, pueblos y campos. Los chinos enterraban las varas de bambú, uniéndolas con barro o brea, para aminorar la evaporación o el goteo.

4000 a.C.

El gran auge de la tubería llegó a países que deseaban evitar la pérdida de agua por evaporación y absorción, y decidieron así enterrar las líneas. De esta manera se llegó a la tubería impermeable y de fuerte estructura. En la legendaria Babilonia, el hombre empezó a hacer tubería de barro, que enterraba para transportar agua de manantiales y corrientes. En los años que siguieron a esta práctica, se diseñó la tubería ajustable, incluyendo uniones de tipo T y L, adecuada para entubar agua destinada a las casas y templos.

3000 a.C.

La más primitiva tubería de metal se hizo de cobre. Un espécimen que se encontró en el templo de Abussi, en Egipto, tiene una antigüedad de aproximadamente cinco mil años.

900 a.C.

Aparentemente, el pueblo chino entubó gas natural pro-

veniente de filtraciones subterráneas, para usarlo en procesos de evaporación salina. Se dice que tenían pozos de 300 a 600 metros de profundidad.

600 a.C.

En ese año se acondicionaron en Japón pozos para explotar gas natural.

300 a 100 a.C.

En Roma se construyó un sistema de tubería que no fue superado durante 1900 años. El sistema tenía una capacidad de 332 millones de galones de agua al día. La mayor parte de la tubería se hizo de plomo; sin embargo, se utilizó tubería de bronce en los famosos baños de Caracalla, con llaves de plata.

1313 d.C.

El primer tubo de hierro forjado se hizo en Alemania y se usó como cañón.

1583

La mayoría de los sistemas de tubería de Europa Occidental eran de troncos ahuecados o de plomo. Este año se terminó el primer puente de Londres, que tenía dos tramos de tubería de plomo. El agua era succionada a través de esa tubería, con bombas de mucha potencia.

1685

El primer sistema subterráneo de tubería se construyó en París. Las uniones de la tubería tenían un metro de largo y se aseguraban con grandes tornillos. Parte de este siste-

ma provee aún de agua a los parisienses.

1600 a 1800

En el continente americano, la mayoría de las líneas se hicieron de troncos ahuecados.

1802

Se cree que fue Génova, Italia, la primera ciudad del mundo occidental que utilizó gas natural en el alumbrado público.

1820

Las tuberías de plomo forjado de una sola pieza fueron construidas en Inglaterra por Thomas Burr.

1821

Este año marca el primer aprovechamiento útil de gas natural en el continente americano. En Fredonia, Nueva York, cerca del Lago Erie, William Aaron Hart, un herrero local, excavó un pozo de 8.5 metros de profundidad a orillas del Canadaway Creek, cerca de un manantial hirviente. Mediante tubería de plomo, condujo el gas a lo largo de 7.5 metros, hasta un tanque de agua invertido que denominó "gasómetro". También condujo una línea de plomo de 3/4 de pulgada a una posada local, donde se usó el conducto para iluminación. Esta práctica se extendió y Fredonia llegó a ser el pueblo más iluminado del mundo. Su fama atrajo muchos curiosos y el general Lafayette hizo un viaje especial desde Nueva York para ver el asombroso espectáculo.

1838

Se descubrió un yacimiento de gas en una granja cerca de Findlay, Ohio. El gas se condujo directamente a la gran-

ja a través de una tubería de madera; se cree que se usó un cañón de pistola a manera de piloto.

1859

El coronel E. L. Drake excavó el primer pozo de gas comercial en Titusville, Pennsylvania.

1862

La primera línea para transportar petróleo crudo por medio del empleo de bombas centrífugas fue construida en el rico campo petrolero de Pennsylvania por J.L. Hutchings, inventor de la bomba rotatoria. Esta línea acabó por ser sólo un valioso intento.

1865

La primera tubería para transportar petróleo crudo que se puede considerar como exitosa fue construida por Samuel van Syckel. La Asociación Transportadora de Petróleo que él encabezaba, construyó una línea de hierro forjado, entornillado, de 2 pulgadas de diámetro y 9.5 kilómetros de largo. Tres bombas alternadoras que funcionaban a base de vapor dieron al sistema una capacidad de 1,900 barriles por día. Este mismo año, el gas natural se usó por primera vez en la fabricación del negro de humo.

1872

Con una línea de hierro de 2 pulgadas de diámetro y una extensión de 8 kilómetros, se entubó gas del campo petrolero de Titusville para su venta a la industria. Su capacidad: 4 millones de pies cúbicos al día.

1879

Se terminó el ducto Big Benson de seis pulgadas de diámetro y 201 kilómetros de largo, construido sobre la cadena montañosa de los Alleghenies. Esta línea conducía gas de Bradford a Williamsport, Pennsylvania. Se realizó con hierro forjado entornillado.

1884

Se completa un ducto para llevar gas a Philadelphia. El sistema de la ciudad poseía una línea de distribución de 540 kilómetros con capacidad para 250 millones de pies cúbicos al día.

1887

R.D. Benson tendió una línea de petróleo crudo desde Williamsport hasta Nueva York, a través de la región de Ox-bow. Además de cruzar escarpadas montañas, la empresa de Benson instaló un sistema de 6.5 kilómetros de línea hasta el puerto de Nueva York. La instalación se llevó a cabo desde lanchones con un barril de madera sujeto a cada unión. A unos 300 metros detrás de cada equipo de colocación, otros equipos cortaban los amarres y hacían descender la línea hasta el fondo. Debido a problemas de transporte, posteriormente se reemplazó la línea con tubería más pesada y en 1889, ésta fue enterrada en un túnel de 4 metros de profundidad que se había excavado previamente en el fondo marino.

1901

Se descubrió el famoso campo petrolero Spindletop cerca de Beaumont, Texas. Fue el primer pozo excavado con herramienta rotatoria y abrió el vasto campo petrolero produc

tor de gas de Texas. Los productos tenían que transportarse grandes distancias hasta los mercados del norte y del este de los Estados Unidos.

1911

Se introdujo a la industria del gas la soldadura de oxiacetileno para las uniones de tubería en la Compañía de Gas Philadelphia y Suburbios, que tenía una instalación de 18 kilómetros de longitud.

1913

La máquina excavadora se inventó en este año. Semejante a una combinación de una máquina de tracción y una escalera dragadora, la excavadora pudo abrir tramos de 1.8 a 6 metros de profundidad y de 30 cm. a 1.5 metros de ancho.

1916

El almacenamiento subterráneo de gas natural en yacimientos agotados se introdujo en el campo Zoar, situado cerca de Concord, Nueva York.

1918

Se diseñó una máquina dobladora para tubería de 4 a 6 pulgadas que no requería de calentamiento.

1922

W.C. Hetzel inicio experimentos que condujeron a la primera fórmula válida para el flujo de petróleo crudo y productos derivados.

1924

La primera tubería de gas natural para larga distancia, soldada en su totalidad, fue construida por la Compañía de Gas La Magnolia, de Dallas, Texas. Tenía 14,16 y 18 pulgadas de diámetro y cubría 345 kilómetros desde el campo Webster Parish en Louisiana hasta Beaumont, Texas.

1925

La tubería de hierro de una sola pieza se introduce al mercado para toda la industria.

1928

El proceso de soldadura de arco eléctrico reemplazó a la soldadura de oxiacetileno, lo que permitió producir tubería de una sola pieza para tramos de 12 metros. Se empleó la fotografía aérea para planear la ruta de un ducto que iba desde el campo Yates, en el oeste de Texas, hasta Port Arthur, en ese mismo estado.

1931

Se construye ducto que conduce gas hasta Chicago desde Panhandle, Texas. También se completó una línea que iba desde Dumas, Texas, hasta Rockville, Indiana. Se construyeron en total 12400 kilómetros de ductos que tuvieron un costo de 318 millones de dólares.

1942

Aparece una máquina perfeccionada capaz de recubrir y envolver la tubería de gran diámetro en una sola operación.

1943

Una máquina para doblar en frío tubería de gran diámetro se empleó por primera vez en el ducto Big Inch, que

se instaló debido al estado de emergencia provocado por la guerra. La tubería alcanzaba una extensión de 2156 kilómetros y su costo fue de 78 millones de dólares, a precios de ese año.

1945

Se introdujo el sistema de la grapa interna de alineación que resultó ser una gran ayuda en la construcción de ductos.

1946

La inspección de soldaduras por rayos X, que ahora es práctica común en muchas instancias, se empezó a emplear en los ductos construidos en el estado de California.

1948

Se usó con éxito una máquina dobladora hidráulica para hacer codos lisos en tubería de gran diámetro y paredes delgadas.

1949

La primera turbina de gas empleada para impulsar compresoras centrífugas para la transmisión de gas natural se instaló en la línea de El Paso Natural. El primer sistema de comunicación por microondas fue introducido por la compañía de ductos Keyston Pipe Line.

1950

Se utilizó por primera vez la tecnología de transporte de sólidos en forma de pasta, aunque dicha tecnología estaba disponible desde 1891. El ducto correspondiente fue construido por The Consolidation Coal Co., de Pittsburgh; tenía una

una longitud de 174 kilómetros y llevaba carbón de las minas en el sudeste de Ohio hasta la ciudad de Cleveland.

1954

Un recubrimiento mejorado de asfalto permite emplear una dobladora hidráulica en tubería recubierta con anterioridad. Se efectuaron estudios direccionales en tuberías - sumergidas. La Máquina soldadora automática se usó en tubería de aluminio. Se utilizaron helicópteros para el estudio de tierras pantanosas y se recubrió la tubería internamente con resina epóxica.

1956

Se construyó la primera estación compresora automática de línea central en el sistema de la empresa Gulf. Se terminó también la construcción de dos líneas para conducir sólidos: carbón y gilsonita. Ambos productos fueron bombeados en forma de pasta.

1960-1970

Se utiliza la moderna tecnología de buceo para la inspección continua de los ductos submarinos; su inundación y su drenado; el manejo de maquinaria automatizada en la construcción de ductos submarinos; la utilización de máquinas automáticas de corte y soldadora para ductos de un máximo de 32 pulgadas y colocados a 160 metros de profundidad. Todo esto se logra gracias al perfeccionamiento de herramientas hidroneumáticas autoimpulsadas, que los buzos utilizan en el fondo del mar y que reducen enormemente la dependencia respecto al barco madrina.

1964

Entran en funcionamiento en Rugby, Inglaterra, el pri-

mer ducto para transportar roca caliza en el mundo. Tiene una longitud de 109 kilómetros y un diámetro de 12 pulgadas.

1965

Se desarrollan modelos teóricos para analizar las deformaciones en ductos debido a presiones submarinas; también se logra desarrollar una tecnología para evitar la propagación de dichas deformaciones a lo largo del ducto.

1967

Se pone en funcionamiento el ducto de Río Salvaje, Tasmania, que es el abuelo de los siete ductos que transportan concentrados de mineral de hierro en el mundo. Tiene una longitud de 85 kilómetros y 9 pulgadas de diámetro y puede transportar 2.3 millones de toneladas por año. Era la única alternativa para explotar económicamente un yacimiento de hierro de cuya existencia se tenía noticia desde hacía 50 años.

1968

Con el fin de resolver el enorme crecimiento de las ciudades que va acompañado del problema de la eliminación de los desperdicios, se proponen ductos para transportar la basura hasta regiones apartadas. Esta es una de las soluciones más probables al problema de la eliminación de desperdicios de las grandes concentraciones urbanas, pues es económica y confiable.

1970

Se pone en operación el ducto Mesa Negra, situado en Arizona, que es el mayor ducto para el transporte de sólidos

dos en el mundo. Tiene una longitud de 440 kilómetros y 18 pulgadas de diámetro y puede transportar 5 millones de toneladas por año.

1971

Se empieza la construcción por la British Petroleum de un ducto submarino, a una profundidad de 160 metros, - que llevará gas del Mar del Norte y cuyo diámetro es de 32 pulgadas. En ese momento resulta ser un hecho sin precedente.

1971-1975

Se construyeron en la Unión Soviética 50,000 km. de ductos importantes, entre los que se incluyen los siguientes: el ducto, de 850 km. de longitud y 48 pulgadas que va por la vía Alexandrovsnoe-Anjero-Sudjinsk; el ducto de 2,100 km. de longitud y 48 pulgadas, que va por la vía - Samottar-Ust-Balyk-Tjumen-Almetievsk; el gasoducto, de más de 3,000 km de longitud y 40 pulgadas de diámetro, que va por la ruta Medvezhe-Madym-Punga-Perm-Gorki.

1972-1974

Se colocan en el fondo del mar los ductos que van - de la Bahía Cruden al campo Forties en el Mar del Norte, en aguas cuya profundidad alcanza los 400 metros, lo que representa un avance extraordinario en la tecnología de ductos submarinos.

1973

Se logra perfeccionar un programa de computadora - para controlar las condiciones ambientales que perturban la posición y estabilidad de las barcasas encargadas de -

tener ductos marinos. Entre los parámetros que deben controlarse se incluyen: los vientos, las corrientes, tanto submarinas como superficiales; la posición de la barca; las características de cada una de las olas en cuanto a su altura, su velocidad, sus cualidades de rompimiento, la frecuencia y la longitud de onda, así como las tensiones, longitudes y ángulos de las líneas utilizadas para fijar la barcaza.

1974

La barcaza Castor II logra realizar la unión en el océano de un ducto submarino cuya construcción se inició simultáneamente en los dos extremos opuestos. La unión se llevó a cabo en la superficie y posteriormente se bajó el ducto al fondo del mar en una línea continua y única. Esto reduce enormemente no sólo la complejidad de la operación sino también el costo. En comparación con las 15 horas utilizadas en la operación, el trabajo teórico previotomó cuatro años.

Se logra cruzar el estrecho de Mesina mediante un ducto submarino. La ruta más corta, que constaba sólo de cuatro kilómetros, fue desechada debido al perfil rocoso del fondo y a fuertes corrientes submarinas que alcanzan siete nudos. La ruta seleccionada tiene 15 kilómetros de longitud y las corrientes superficiales llegan solamente a cuatro nudos, mientras que las corrientes submarinas son de dos nudos y medio. El diámetro es de 11 pulgadas y la profundidad promedio de la instalación es de 400 metros.

Se termina el ducto de Peña Colorada, México, que transporta mineral de hierro desde el estado de Colima. Tiene 48 kilómetros de largo, 8 pulgadas de diámetro y puede conducir 1.8 millones de toneladas de concentrado

de hierro por año desde el yacimiento hasta un puerto en el Pacífico. Este sistema es único debido a que utiliza solamente una estación de bombeo, puesto que el gran nivel relativo (900 metros) facilita que la gravedad conduzca gran parte del flujo. La construcción del ducto fue un paso muy importante para lograr la comercialización de este yacimiento de hierro.

1975

Se pueden explotar las enormes reservas de hierro del estado de Minas Gerais, en Brasil, gracias a la construcción del ducto para sólidos más grande del mundo en el momento de su terminación. Se pueden mover 12 millones de toneladas de hematita al año, desde los yacimientos - hasta una planta peletizadora situada en la costa del Atlántico, a 400 kilómetros de distancia.

Las distancias promedio de transporte por ductos en la Unión Soviética son de 1,550 km; se calcula que en 1980 la distancia promedio de transporte será de 2,200 kilómetros.

1976

Se atraviesa el canal de Sicilia mediante un ducto submarino. Esta hazaña tecnológica supera la anteriormente realizada en el estrecho de Mesina, pues se colocó el ducto a una profundidad promedio de 650 metros. El diámetro de la tubería es de 16 pulgadas.

Se termina el gasoducto Urengoy-regiones occidentales de la Unión Soviética, cuya longitud excede los 3,200 km, con un diámetro de 52 pulgadas y una presión de 75 atmósferas.

Se inaugura el ducto que conduce mineral desde el complejo siderúrgico Lázaro Cárdenas-Las Truchas. Su diámetro es de 10 pulgadas, su longitud de 27 kilómetros y tiene una capacidad de 1.5 millones de toneladas por año. Al igual que el yacimiento de Peña Colorada, Las Truchas también utiliza la diferencia de nivel entre la mina y la planta peletizadora.

1977

Este año se batieron todos los récords previos de construcción de ductos. Tan sólo en ductos para líquidos se gastaron cerca de 15,000 millones de dólares en ingeniería, materiales y construcción.

A escala mundial, se transportaron por ductos especialmente construidos para sólidos 3,200 millones de toneladas-kilómetro de carbón, mineral de hierro, piedra caliza cobre, fosfatos y otros materiales.

La longitud de los ductos principales situados en la Unión Soviética alcanza 160,000 kilómetros. Por este medio se transporta todo el gas producido en ese país y el 95% del petróleo. El volumen total movido por ductos excede 1 billón 200 mil millones de toneladas-kilómetro.

Se programa en la Unión Soviética ductos que tienen longitudes hasta de 5,000 kilómetros, la mayor parte de ellos en regiones inhóspitas como las tundras y estepas siberianas.

1977-1978

Se perfecciona la tecnología de conexiones mecánicas directas en el fondo del mar logradas a control remoto. Estos conectores mecánicos logran unir los extremos de un

ducto por medios mecánicos distintos a la soldadura. Esta tecnología es necesaria para tender ductos a profundidades de más de 600 metros.

1978

Se propone la construcción de túneles perforados - debajo del fondo del mar para instalar en ellos los ductos que conducirían petróleo y gas de los yacimientos situados en las islas del Océano Artico. La propuesta implica perforar túneles debajo de algunos de los estrechos con el fin de alojar varias líneas en cada uno de ellos. Se calcula - que con la tecnología existente podrá avanzarse diariamente unos 27 metros en la construcción de estos túneles.

1978 - 1983

Por primera ocasión se inicia la construcción de un ducto de 48 Ø" en Alaska.

Se inicia la construcción del gasoducto Transiberiano de 52 Ø", que independientemente de todas las consecuencias políticas que implica surtirá de gas a los países de Europa Occidental.

## CRONOLOGIA DE LA INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA

Antes de 1521

La población precolombina emplea el petróleo como medicina, brea, pegamento, combustible para lámparas, unguento e incienso en ritos religiosos. Bajo la dominación española, en los siglos XVI y XVII, se sigue empleando el petróleo, en especial para calafatear embarcaciones.

1579

Melchor de Alfaro Santa Cruz escribe acerca de la existencia de petróleo en México.

1783

22 de mayo. En Aranjuez, Carlos III expide los "Reglamentos relativos a los minerales de la Nueva España", en los cuales se refiere al petróleo llamándolo "bitumen o jugo de la tierra".

1836

22 de diciembre. El tratado de Amistad entre México y España se firma en Madrid y los derechos sobre "bitúmenes o jugos de la tierra" se transfieren a México.

1861

La lámpara de keroseno es llevada por primera vez a Tampico por Angel Saiz Trápaga, quien también exporta los primeros barriles de keroseno a los Estados Unidos.

1863

1863

El sacerdote Manuel Gil y Sáenz descubre la "mina de petróleo de San Fernando", cerca de Tepatitlán, Tab. un pequeño resumadero del que podía obtenerse petróleo pesado.

1864

Ildefonso López pide al Secretario de Obras Públicas su autorización para iniciar la explotación de los - resumaderos petrolíferos de San José de las Rusias y Chapopote, Tamaulipas.

14 de noviembre. El emperador Maximiliano otorga - una concesión a José Zayas para la explotación de carbón y petróleo en el Cerro del Ocre.

1865

6 de noviembre. El emperador otorga la que habría de ser su última concesión para la explotación de carbón y - petróleo a Martínez y Compañía, de Ixhuatlán, Oaxaca.

1869

Al terminar la Guerra Civil norteamericana, el doctor Adolph Autre, un irlandés radicado en los Estados - Unidos, emigra a Papantla, Veracruz, y adquiere la ciudadanía mexicana. Perfora el primero pozo en México, que alcanza 28 mts. de profundidad, cerca de los resumaderos de Cerro de Furbero. En un principio la producción es escasa, pero aumenta más tarde gracias a la excavación de zanjas y túneles.

1875

El doctor Autre instala una refinería rudimentaria en las afueras de Papantla, Veracruz, para producir petróleo como combustible para lámparas destinado al mercado de la región.

1880

Un grupo de inversionistas ingleses efectúa pruebas en los rezumaderos de Cerro Viejo y Chapopote Núñez, y así perfora varios pozos poco profundos. Después contruye una pequeña refinería cerca de Tuxpan, en lo que viene a ser la operación más importante realizada en el país hasta ese momento. Las actividades se suspenden aproximadamente en 1890.

1881

16 de abril. El doctor Adolph Autre toma posesión de una "mina de petróleo" a la que pone por nombre "La Constancia".

1882

21 de agosto. La Exposición de Querétaro otorga un diploma al doctor Autre, en reconocimiento a la gran calidad del combustible para lámparas que se produce en su refinería de Papantla.

1883

El doctor Simón Sarlat Nova reclama la mina del sacerdote Gil y Sáenz y se asocia con Serapio Carrillo y otros más, para invertir un millón de pesos en la operación del rezumadero. Perfora varios pozos poco profundos y obtiene una producción para la cual no hay mercado.

1884

18 de marzo. Pedro Bejarmó, Manuel María Contreras y Francisco Bulnes formulan las Leyes para Regir la Minería en la República Mexicana, que se aprueban el 22 de noviembre del siguiente año. En su artículo décimo, se autoriza a los propietarios, sin previa adjudicación especial, a explorar en busca de petróleo y gas, sujetándose a los reglamentos y condiciones correspondientes.

28 de julio. El doctor Aureo Ignacio Huacuja firman un contrato para iniciar las labores de exploración y explotación de rezumaderos de petróleos en el área de Papantla, Veracruz.

1899

A.A. Robinson, presidente del Ferrocarril Mexicano del Centro, invita a su amigo Edward L. Doheny para que emita su opinión acerca de los probables yacimientos de petróleo de México.

1900

Edward L. Doheny llega a Tampico con su socio, el geólogo Charles A. Canfield.

1901

El secretario de Gobernación, José Ives Limantour, solicita al Instituto de Geología la creación de una comisión que investigue el potencial petrolífero en México; con ese fin se llama a los geólogos Ezequiel Ordoñez y Juan D. Villarelo.

24 de diciembre. El Congreso expide las Leyes Mexicanas del Petróleo, que autorizan al poder ejecutivo federal

a conceder permisos de exploración y patentes para la explotación del petróleo y el gas, a expedir leyes y a fijar impuestos.

1904

3 de abril. El primer campo petrolífero de dimensión comercial se descubre cerca de El Ebano, San Luis Potosí.

1907

12 de febrero. Se forma la Compañía Petrolera Huasteca.

1908

Se forma la Compañía Petrolera El Aguila con un capital inicial de cien mil pesos. El 28 de mayo inicia sus operaciones de refinación en una planta con capacidad de 2,000 barriles diarios.

4 de julio. Ocurre una explosión seguida de un incendio en el pozo San Diego de la Mar 3 ( Dos Bocas ). El siniestro dura 160 días.

1909

El Aguila cambia de socios y aumenta su capital a 24.5 millones de pesos.

1910

8 de septiembre. Se inicia la explotación del pozo Juan Casiano 7. En un lapso de diez años produce más de 71 millones de barriles.

27 de diciembre. Ocurre una explosión en el pozo Fo -

trero del Llano 4, cuya producción se calcula en 100 - millones de barriles.

1915

19 de marzo. El gobierno constitucional crea la Comisión Técnica Petrolera, dependiente de la Secretaría de Obras Públicas, Colonización e Industria. Se abre el campo Tepetate.

1916

Se terminan las labores de instalación del pozo Cerro Azul 4, gran productor de petróleo.

7 de abril. La Comisión Técnica Petrolera presenta un informe detallado de sus descubrimientos y recomienda que México asuma los derechos sobre el subsuelo.

1917

5 de febrero. Se proclama la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; en su artículo cuarto se declara el dominio directo de la nación sobre los derechos minerales, entre ellos el petróleo y los hidrocarburos, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso.

13 de abril. El gobierno constitucional establece un impuesto sobre la producción petrolífera, que se paga por medio de una estampilla arancelaria.

31 de diciembre. Como resultado de una explotación intensa, México alcanza el tercer lugar en la producción mundial de petróleo con 55,292, 767 barriles.

1921

Con una producción de 193,397, 586 barriles, México se convierte en el segundo productor mundial de petróleo.

1932

31 de diciembre. La producción decrece a 32,805,495 barriles, su mínimo desde 1914.

1935

16 de agosto. Se forma el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana.

1936

3 de noviembre. El sindicato presenta a las compañías un contrato colectivo de trabajo para ser aplicado en forma general.

1937

28 de mayo. Los trabajadores inician una huelga, que dura 13 días.

18 de diciembre. El tribunal laboral anuncia un proyecto de solución para el conflicto petrolero.

28 de diciembre. Las compañías petroleras solicitan la intervención de la Suprema Corte.

1938

Primeros de marzo. El cuarto tribunal de la Suprema Corte se reúne para escuchar el plan de las compañías y lo rechaza.

18 de marzo. El presidente Lázaro Cárdenas decreta la

expropiación de los bienes propiedad de las compañías petroleras.

7 de junio. Se integra Petróleos Mexicanos. Se concluye la primera perforación de un pozo realizada por trabajadores mexicanos en el campo veracruzano El Plan.

1939

Petróleos Mexicanos inicia la construcción de una planta productora de tetraetilo de plomo.

1942

13 de mayo. El buque petrolero " Potrero de Llano", perteneciente a la flota mexicana, es torpedeado y hundido por un submarino alemán. Frente a las costas de Florida, también este año son hundidos los buques-tanque " Faja de Oro ", " Tuxpan ", " Las Choapas " y " Amatlán ".

1943

Se moderniza la planta de asfalto de Ciudad Madero.

1944

Las reservas aumentan a 786,850,000 barriles.

1945

El primer campo de gas y condensado se descubre en la zona noreste del país.

1946

Se termina la construcción del oleoducto que une a

Poza Rica con Azcapotzalco.

1947

La capacidad de refinación de Pemex alcanza la cifra de 170 mil barriles por día.

*Primer o de septiembre.* El Presidente de la República anuncia que se ha llegado a un arreglo satisfactorio entre el gobierno y la Compañía Petrolera El Aguila. Empieza a funcionar la primera planta de absorción construida por Pemex en Poza Rica, Veracruz.

1948

Por vez primera se abastece de gas natural mexicano a Monterrey por medio de ductos.

1949

Se descubre el primer campo de petróleo y gas en el estado de Tabasco. Se termina la exploración sísmica marina de la plataforma continental del Golfo de México.

1950

Se inicia la construcción de una refinería con capacidad de cuatro mil barriles diarios, en Reynosa, Tamaulipas.

*31 de julio.* Se inaugura la Refinería Ingeniero Antonio Manuel Amor, en Salamanca, Guanajuato, con capacidad de 30 - mil barriles diarios.

1951

En Poza Rica se inicia la recuperación de azufre a par-

tir de gases sulfurosos. Se descubren los campos Treviño, Lomitas, Rabón Grande, José Colomo, Tamiahua y Concepción.

1952

En el sudeste del país se descubre el primer campo de gas y condensado.

1955

Se concluye la planta para obtener aceite lubricante en la refinería de Salamanca.

1956

22 de febrero. Se inician los trabajos en la nueva refinería de Minatitlán, con capacidad para 50 mil barriles diarios, que incluye la primera planta de piroescisión catalítica en México.

Por primera vez se descubre petróleo en formaciones jurásicas, en los campos Tamaulipas y Constituciones.

Se descubre uno de los campos más importantes, el San Andrés.

1957

La capacidad de refinación de Pemex se leva a 322 mil barriles diarios. Se concluye la planta de piroescisión catalítica en Azcapotzalco.

1958

3 de marzo. Se funda Ciudad Pemex, en Tabasco.

1959

Comienza la era petroquímica de Pemex.

1960

Se concluye la construcción del gasoducto de Ciudad Pemex y de aquel que va de Monterrey a Torreón.

1963

Pemex empieza a producir azufre, dodecibenceno, amoniaco anhídrico, anhídrido carbónico, urea, nitrato de amonio, fosfato de amonio y negro de carbón. Se descubren los campos Isla de Lobos y Arrecife Medio, en el Golfo de México.

1964

Se inicia la construcción de una planta de polietileno, en Reynosa, Tamaulipas.

1965

5 de julio. Se descubre el campo Tiburón en el Golfo de México,

26 de agosto. Se crea el Instituto Mexicano del Petróleo.

1966

21 de julio. Se descubre el campo Bagre, situado en el Golfo de México.

14 de agosto. La refinería de Poza Rica, propiedad de

Petróleos Mexicanos, es destruida por el fuego.

16 de septiembre. Se descubre el campo Atún.

1967

Se inician las operaciones del complejo petroquímico de Pajaritos, Veracruz.

1968

5 de junio. Se rescinden los contratos de exploración y perforación firmados con el grupo CIMA; el 24 de noviembre toca el turno a la empresa Sharmex y el 8 de diciembre, a Isthmus Development Company.

1970

27 de febrero. Se rescinden otros contratos conocidos, entre ellos el de Pauly Noreste.

Se inaugura la planta de etilbenceno de Ciudad Madro.

Se construye en la ciudad de México el edificio administrativo de Pemex.

1971

15 de marzo. Empieza a operar la planta de acrilonitrilo en Cosoleacaque, Veracruz.

Se inician los trabajos de construcción en la nueva refinería de Tula, Hidalgo.

1972

Se descubren los primeros dos campos cretáceos en el área de Reforma ( Cactus y Sitio Grande ). Tiene lugar la inauguración de las plantas para la producción de etileno y óxido de etileno situadas en Pajaritos. Además, se inician las operaciones de las primeras plantas de turboexpansión en la Venta, Tabasco y en Pajaritos, Veracruz.

1973

Las reservas totales de hidrocarburos ascienden a 5,400 millones de barriles. En noviembre la producción mensual promedio de crudo y líquidos alcanza la cifra récord de 548 mil barriles diarios y 53 millones de pies cúbicos diarios de gas. La capacidad de refinación de Pemex sube a 590 mil barriles diarios en diciembre. La capacidad de las plantas petroquímicas se eleva a 3,235,000 toneladas anuales.

1974

México recupera su autosuficiencia en lo concerniente a energéticos y se convierte en exportador neto de petróleo. Continúan los descubrimientos en el área de Reforma y la producción se eleva a 187.5 millones de barriles.

1975

Se realiza el primer descubrimiento en la sonda de Campeche, al norte de Ciudad del Carmen. En el pozo Chac 1 se encuentra producción en las fracturas de la piedra caliza del paleoceno.

1975

La refinera de Tula ( 150 mil barriles diarios )  
continúa en operación. Las reservas probadas de hidrocarburos aumentan a 11 mil millones de barriles.

1977

Pemex revela que los descubrimientos realizados en la sonda de Campeche no constituyen una extensión del área Reforma, sino que forman parte de un yacimiento gigantesco, paralelo al anterior. La Producción sobrepasa la cifra de un millón de barriles diarios y las reservas aumentan a 16,800 millones de barriles. Pemex inicia la construcción de un gasoducto de 48 pulgadas de diámetro y 1,200 kilómetros de longitud, que se extiende desde Cactus hasta Reynosa, para transportar un máximo de 2,500 millones de pies cúbicos al día.

1978-1982

Se termina la construcción del troncal Sistema Nacional de Gas que es la red de tubería de 48" Ø más importante construida en nuestro país, entrando así dentro de los Constructores a Nivel Mundial de líneas de grandes diámetros.

Posteriormente se construye una línea de 48" Ø de Cárdenas a Dos Bocas en el estado de Tabasco que alimentará de productos petroleros a este puerto siendo el más importante en nuestro país en este ramo, como salida de nuestros productos hacia el mundo.

CAPITULO II

INTRODUCCION

## INTRODUCCION

La construcción de una línea de conducción es una obra consistente en el trabajo de equipo aunado a la capacidad técnica, paciencia, tenacidad e ingenio de un grupo de hombres que mediante la interrelación de cada una de sus actividades, avanzan por todo tipo de terrenos y cuyas vidas y lenguajes están marcados por los términos de un duro oficio.

Se conocen como líneas de conducción al conjunto de tuberías y accesorios que transportan cierto tipo de elementos gaseosos, líquidos o minerales, desde la captación hasta un tanque regulador u obra de procesamiento; o bien directamente a lo que conocemos como red de distribución, que es una red de tuberías y accesorios extendidos a todo lo largo y ancho de una localidad a servir.

Las diferentes etapas de trabajo para realizar este tipo de obras se conocen con el nombre de fases y son ejecutadas por un grupo de especialistas que pueden realizar cualquier tarea asociada con la construcción de una línea (o ducto) dentro del área geográfica que les ha sido asignada.

La actividad de transporte de productos petroleros ha alcanzado la madurez suficiente y sus perspectivas futuras son buenas, al corto y mediano plazo.

En lo que se refiere a la calidad del acero para ductos, desde hace ya algún tiempo tiene lugar una verdadera revolución, así como en los materiales empleados en las capas protectoras y en la aplicación de las mismas, en el sistema de soldadura automática y en el equipo necesario para manejar tubería de diámetros mayores en un rit

no más rápido tanto en tierra como en mar.

Junto con las mejoras en los materiales, equipos y métodos de construcción se han desarrollado programas de computadoras que analizan las tensiones en las tuberías, realizan cálculos hidráulicos, resuelven problemas asociados con la colocación de la tubería y ayudan en la solución y en el diseño de sistemas complejos. Esta tendencia continuará y se acentuará en el control de materiales, diseño, construcción, operación y mantenimiento de ductos.

Las normas de diseño son objeto de enormes mejoras día con día y las regulaciones son más estrictas.

Los tres factores donde la eficiencia tiene que ser absoluta son la protección ambiental, la preservación de la tubería contra la corrosión y la detección de fugas.

El control de operaciones tiene que ser racional y tan automatizada como sea posible.

La ductilidad y la resistencia al corte, que se asocian con una gran dureza serán norma común en los materiales empleados.

En comparación a otros medios de transporte de carga, los ductos aún mantienen las tarifas más bajas y además no están subsidiadas.

Para aclarar un poco más la observación anterior y dada la importancia que ello implica, expondremos a continuación el análisis de alternativas que dió origen a la construcción del Ducto Troncal Sistema Nacional de Gas, Gasoducto de 48"Ø Cactus-Monterrey.

Petróleos Mexicanos, con el objeto de aprovechar al máximo los recursos energéticos de los hidrocarburos, es-

tuvo analizando varias alternativas desde el punto de vista técnico-económico con relación al gas natural que viene asociado con el crudo de los pozos que actualmente se están explotando en los campos del cretácico localizados en los estados de Tabasco y Chiapas.

La primera alternativa consiste en quemar el gas a la atmósfera, con lo cual se tendrá una gran pérdida en las reservas económicas del país, por lo que evidentemente fue rechazada.

La segunda se refiere a la reinyección del gas a los yacimientos, requiriéndose para ello grandes inversiones en el acondicionamiento de los pozos y de equipo especializado.

La tercera alternativa contemplaba la posibilidad de la construcción a corto plazo de las instalaciones necesarias para poder utilizar este combustible en los lugares en donde se tuviera la mayor demanda, a fin de preveer el suministro de gas para el desarrollo nacional de acuerdo con el incremento de la demanda.

Para transportar el gas a los centros de consumo se estudiaron dos sistemas:

El primero consiste en licuar dicho combustible y enviarlo por buque o carrostanque, a los distintos puertos y de ahí distribuirlos, para esto se necesitarían hacer grandes inversiones para contar con las instalaciones de licuación, terminales y medios de transporte marítimo o terrestre especializados, además de elevados costos de operación y mantenimiento, pues la base de este sistema es bajar la temperatura para obtener el estado líquido.

El segundo se refiere a la conducción del gas a través de tubería de acero, cuyo diámetro óptimo para el mane

jo del volumen requerido sería de 1.22 m. (48").

De estos dos sistemas el más conveniente es el del gasoducto que representa una inversión menor y más bajos costos de operación y mantenimiento.

Después del estudio de diferentes rutas se determinó que la más adecuada, se iniciaba en Cactus-Chiapas debiendo seguir un recorrido paralelo a la costa del Golfo de México, para utilizar en parte derecho de vía existente de Pemex, cruzando los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, con destino final en Nuevo León.

La tubería de 1.22 m. (48"Ø) se usaría como línea-troncal para derivar ramales de distribución de gas, formando nuevos polos de desarrollo en el área de influencia a lo largo de todo el recorrido del gasoducto, lo cual - provocaría generación de empleos, derrama de salarios e importantes fuentes de ingresos que impulsarían el desarrollo económico de nuestro país.

La necesidad de distribuir las riquezas energéticas de México ha originado en base a los avances tecnológicos que se planteen nuevos y más modernos sistemas de desarrollo.

A través de la Compañía Petrolera Nacional (Pemex) se planea expandir el sistema de ductos de la nación en más de 10,688 Kms. en los próximos cinco años, de los cuales 5,861 Kms. están planeados para realizarse de 1982 a 1986.

La extensión de la red de ductos de gas natural es equiparable a más de la mitad de la construcción propuesta durante este período.

Hay nueve proyectos de tubería para productos de petróleo programados para concluirse en 1983: 450 Kms. de ducto de 14 pulgadas de Tula a Salamanca y Guadalajara; - 392 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cd. Madero a Cd. Valle y San Luis Potosí; 109 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Salamanca a Morelia; 225 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cadereyta a Río Bravo; 307 Kms. de tubería de 10 - pulgadas de Monterrey a Monclova Sabinas; 127 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Guaymas a Ciudad Obregón; 25 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Reynosa a Río Bravo; 98 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Río Bravo a Matamoros y 130 Kms. de tubería de 8 pulgadas de Aguascalientes a Zacatecas.

En 1984 Pemex planea completar 300 Kms. de tubería de 14 pulgadas de Guadalajara a Manzanillo.

Pemex también añadirá cerca de 1,600 Kms. de ducto para petróleo crudo en los próximos cinco años. Cinco - - oleoductos están en proyecto: uno de 24 pulgadas que tendrá una extensión de 569 Kms., de Nuevo Teapa hasta Venta de Carpio para 1983. De allí, una línea de 72 Kms. de tubería de 36 pulgadas será construida hasta Tula. Se prolongará 196 Kms. a Salamanca en 1986. De Salamanca, una - línea de 30 pulgadas y aproximadamente 238 Kms. de largo se construirá hasta Guadalajara en 1986. Pemex también - tiene estudios en marcha para un oleoducto de 30 pulgadas de Nuevo Teapa a Venta de Carpio.

: Con lo expuesto se trata de dar un panorama de la importancia que tiene la construcción de ductos para el - desarrollo de un país que como el nuestro, tiene bajo el subsuelo una riqueza energética tal que bien manejada podrá ser la plataforma de proyección del mismo a nivel mundial, como ejemplo de unidad, trabajo eficiente y productivo.

### C A P I T U L O   I I I

PROCESO CONSTRUCTIVO; DEFINICION Y DESCRIPCION DE  
LAS FASES O ETAPAS DEL PROCESO.

## PLANEACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION

La planeación de las Líneas de Conducción requiere un estudio detallado de la región a la cual se proyecta abastecer de gas o de algún otro hidrocarburo, debiendo tomar en cuenta las ciudades comprendidas a lo largo de la línea, en función de su importancia demográfica y de su desarrollo industrial.

Será consencuencia de este estudio el que resulte económicamente factible construir una línea para suministro, la cual deberá planearse en forma tal, que con el mínimo de longitud pueda abastecer mayor número de poblaciones e industrias.

Como es lógico pensar, el punto de origen de las líneas de conducción, será el lugar en el cual se cuente con estos productos.

Dentro de las consideraciones más importantes en la planeación de una línea de conducción está el factor seguridad, ya que debido al tipo de material que se maneja -- (altamente inflamable), y a las zonas que atravesará el -- transporte de los hidrocarburos, tiene que ser llevado a cabo dentro de los más altos límites de seguridad.

## CALCULO DE LOS VOLUMENES A MANEJAR

Para conocer el volumen del fluido que deberá de conducir la línea en estudio, es necesario elaborar un amplio análisis de las demandas de dicho fluido y, asimismo, hacer una proyección a futuro de las mismas.

Por otra parte, se debe de conocer la capacidad de la fuente generadora de dicho hidrocarburo, ya que la demanda será limitada por la capacidad de la fuente.

Estos serán los dos elementos fundamentales para determinar el volumen a manejar, siendo también la determinante principal para la obtención del diámetro de la tubería.

## ESPECIFICACIONES PARA EL TRAZO DE LA LINEA

Estas especificaciones están regidas por el tipo de terreno, el fluido a transportar y el material del que esté compuesto el tubo.

En forma general, se pueden enumerar las siguientes especificaciones:

- 1.- Se tratará de seguir una línea recta entre los puntos de origen y destino. En caso de ramales internos, se buscará que la línea troncal no desvíe su alineamiento general, aunque sea esto a costa de un incremento en la longitud de los ramales.
- 2.- El alineamiento prácticamente estará fijado por los puntos obligados a seguir y previamente localizados, tratando dentro de lo posible de evitar el paso por poblaciones, cruces de barrancas, arroyos, canales, así como de carreteras o vías de ferrocarril.
- 3.- Deflexión máximo igual a  $20^\circ$ , en el caso de tener una deflexión mayor, se harán tantos puntos de inflexión como sean necesarios, tomando en cuenta el radio de curvatura mínimo de treinta veces el diámetro de la línea en estudio
- 4.- Pendiente máximo del 30%.
- 5.- Obras especiales: Los cruces con arroyos, ríos, vías de FF. CC., carreteras, etc., se harán de preferencia a  $90^\circ$  y en donde las condiciones del terreno lo permitan.

6.- Las indicadas en el código ASTM-B-31.8  
ASTM.- American Society for testing and  
Materials.

Las normas de " Sistemas de transporte de petró-  
leo por tubería" prescriben una cantidad mínima  
de requisitos que deben ser cumplidos en los ma-  
teriales y la ejecución de obra, y que deben ser  
verificados a base de inspecciones para la deter-  
minación de aceptaciones o rechazos en ambos as-  
pectos. Por ejemplo en los casos en que se hayan  
determinado las propiedades físicas y químicas  
de un material no clasificado ( resistencia a es-  
fuerzos, si es un material abrasivo, etc. ) y -  
comparado con su correspondiente especificación  
ASTM ó API ( American Petroleum Institute ), so-  
lamente Pemex podrá aprobar su aplicación.

Así como en el ejemplo anterior hay infinidad de  
códigos de especificación para cada material, -  
proceso, tipo de construcción, etc. que se utili-  
ce a lo largo de la obra.

## LOCALIZACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS

La localización de las líneas dependen en primer lugar de la ubicación de las ciudades a las cuales se va a abastecer, como se expuso anteriormente, pero será necesario tomar muy en cuenta otros factores desde el punto de vista de la construcción de la línea, teniéndose que analizar las zonas por las que atraviesa, los obstáculos propios de la topografía del terreno, siendo todo esto compaginado con las especificaciones propias del tubo y del fluido.

Principales actividades de los proyectistas:

Elaboración de especificaciones particulares para cada ducto de acuerdo a su diámetro y a la clase de terreno que cruza.

Elaboración de un diagrama de flujo en donde se proyecta la distribución de tuberías de diferentes características y espesores a lo largo de la línea, la localización y ubicación de instalaciones para la mejor operación del sistema, como, válvulas de seccionamiento, trampas para diablos cabezales de ríos, cruzamientos, estaciones de bombeo o compresión, etc.

Elaboración del proyecto del derecho de vía de la línea. El proyecto requiere la formación de planos detallados por tramos de 3 kms. de longitud, mostrando el eje de la tubería en proyecto, su perfil, el ancho del derecho de vía, todos los accidentes, vías de comunicación que cruzan la línea o que pasan próximos a la misma, caminos de acceso, clase de terreno, uso que se le está dando a la superficie, límites de propiedad, nombre de los dueños de los terrenos que se atraviesan, volúmenes de terracerías, etc.

Elaboración de las especificaciones generales y particulares sobre la construcción del derecho de vía: tramos de desmonte, equipo que debe usarse, lugares apropiados para alojar o desperdiciar el producto del desmonte, tramos en que se deben hacer los cortes, rasante del derecho de vía, lugares para alojar el producto de los cortes, tramos que se deben rellenar, tipo de suelo a usar, bancos de préstamos, compactación necesaria, obras provisionales de drenaje y obras definitivas.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamientos con carreteras, caminos y vías de ferrocarril:

- a) Relación completa de todos los cruzamientos que deben construirse, indicando su tipo, longitud de camisa protectora requerida, kilometrajes y procedimientos de construcción.
- b) Elaboración de los proyectos tipo.

Elaboración de los proyectos de las estaciones de bombeo o compresión de las terminales o estaciones generales de regulación y medición, especificaciones del equipo principal y selección del mismo, diagrama general de tuberías principales, estudios de mecánica de suelos, planos generales de distribución de equipo, de tuberías, de fuerza, de alumbrado. Lista de equipo y materiales. Planos constructivos detallados necesarios. Manuales de operación y mantenimiento, etc.

Elaboración de las especificaciones completas de los materiales y equipos principales (Tuberías, materiales anticorrosivos, motores, bombas, compresores, etc.). Celebración de los concursos para la adquisición del equipo principal, selección de equipo principal, con base en las características técnicas del equipo que se ofrezca, de su precio,

tiempo de entrega, condiciones de pago y de la seriedad, -  
prestigio y tipo de servicio del fabricante o abastecedor -  
correspondiente.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamien-  
tos en ríos principales. Localización de los sitios de cru-  
zamiento más adecuados. Definición del número y tipo de tu-  
berías, que deben instalarse en cada cruzamiento. Definir-  
el trazo y el perfil de proyecto de las líneas en cada cru-  
zamiento. Localización de los sitios más adecuados para la  
instalación de los cabezales. Estudios hidráulicos de ríos,  
como son: velocidades máximas, sólidos en suspensión, arras-  
tres, socavación, etc.

Elaboración de todos los proyectos de válvulas -  
de seccionamiento, trampas para diablos e interconexiones.  
Relación completa de todas las válvulas de seccionamiento, -  
trampas para diablos e interconexiones que se instalan a lo  
largo de la línea, indicando el kilometraje y su relación -  
con instalaciones ya existentes. Elaboración de proyectos-  
tipo y especiales. Determinación de las obras complementa-  
rias que se requieren (caminos de acceso, obras de drenaje,  
cercados, señales, etc.).

Determinación de los diferentes tramos de tube-  
ría que deben ser construidos en forma especial, por la na-  
turaleza del terreno, por los índices de población de la zo-  
na, por la proximidad de otras instalaciones, etc. (tubería  
de mayor espesor de pared, de mayor grado, enterrada a ma-  
yor profundidad, etc.).

Proyecto de las diferentes instalaciones neces-  
rias, para la protección catódica de la tubería.

Estimado de cantidad de obra, para base del esti

mado de costo interno y de la contratación de las obras.  
Elaboración de las listas completas de los materiales necesarios para la obra, debidamente clasificados, especificados y detallados, tanto para fines de adquisición de los mismos, como para control de recepciones, embarques, almacenamiento, entregas y uso de la obra.

Elaboración de los libros completos de proyecto, para uso del personal de operación y mantenimiento.

Contando con toda la información de campo y de los planos topográficos de trazo y perfil, de la línea y de las obras especiales, tales como, cruzamiento de ríos, barrancas, canales, arroyos, autopistas y carreteras, vías de ferrocarril, tuberías u obras de la industria privada, etc., así como los planos individuales de los propietarios, particulares y ejidales, que se verán afectados con el trazo, se procede a la tramitación y obtención de los permisos de paso, a la contratación de las fajas afectadas, tramitación de las expropiaciones ante las autoridades de la zona y ante las diferentes Secretarías de Estado.

## DERECHO DE VIA

Se considera como derecho de vía al terreno necesario para las operaciones durante la construcción y el mantenimiento de una línea de conducción.

Esta fase constructiva se puede dividir en:

- a) TRAZO. Consiste en ubicar físicamente, por medio de señalamientos (estacas, mojoneras, etc.) los puntos por los cuales se va a construir la línea.
- b) APERTURA DE BRECHAS. Está formada por los trabajos de corte de maleza, desenraice y destronque del terreno, a todo lo ancho del derecho de vía, así como la remoción de todo el material producto del desmonte y deshierbe.

La apertura puede ser ejecutada a mano o con equipo mecánico, según convenga el caso. Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando hacia ambos lados a partir del centro de la sección, a fin de desperdiciar a la distancia más corta.

Cuando los cortes son muy pequeños, conviene atacar en forma paralela al eje del ducto, juntando material y luego desperdiciando lateralmente, el objeto de esto es trabajar con la cuchilla colmada para ser más eficientes.

Se trabaja siempre que es posible, aprovechando la pendiente natural del terreno tomando en cuenta que se dispone de más potencia cuando el tractor desperdicia en forma descendente.

Se levantan secciones transversales del terreno natural y de la rasante para poder -- calcular los volúmenes movidos.

- c) CONFORMIDAD. Se trata de construcción de - la plantilla del derecho de vía de acuerdo - a la sección y niveles de la rasante del - proyecto. En ésta se pueden presentar cortes y rellenos, remoción, acarreo y sobreacarreo de los materiales producto de los cortes, así como obras de arte necesarias - (alcantarillas, cunetas, rompecorrientes, - etc.). Aquí es muy importante considerar - los drenajes que tendrá el derecho de vía, - de tal forma que se consideren las pendientes necesarias.

Dicha superficie tiene características de - estabilidad permanente. El proyecto normalmente se limita por las siguientes restricciones:

No se permiten terraplenes

Pend. Long. máxima: 12%

Pend. Transv. máxima: 5%

En general el eje de la plantilla sigue el perfil del terreno eliminando únicamente - irregularidades y obstáculos.

Las terracerías del D.D.V. se hacen en el - ancho completo del mismo y tienen por objeto, tener una plantilla que permita operar con eficiencia el equipo y garantizar el - tránsito de vehículos.

Esta etapa está íntimamente relacionada con el tipo del terreno del lugar, que puede variar desde el material tipo I ó tipo A, pasando por el material tipo II ó tipo B, hasta la roca o material tipo III ó tipo C.

El terreno nos determinará cual será el equipo necesario para la óptima elaboración del trabajo. Si tenemos un terreno plano con material suave, característico de los pastizales y zonas de cultivo, bastará una motoconformadora que será suficiente para realizar todo el trabajo, con la ayuda de una cuadrilla que complementaría el trabajo del equipo. Si nos encontramos en una zona cuyo material predominante sea el tipo B y de acuerdo a la topografía se utilizará un tractor bulldozer para ejecutar los cortes y rellenos necesarios y, conjuntamente una motoconformadora para afinar el terreno y la plantilla.

Quando se presenten zonas con roca en el trazo del derecho de vía, se hará necesario el uso de equipo más sofisticado, como lo es el "Track-drill", el compresor, así como pistolas perforadoras y martillo neumáticos. Con este equipo, y de acuerdo al caso, se podrá realizar desde una pepena y monea, hasta una completa plantilla de perforación, para conesto, hacer uso de los explosivos como herramienta principal en los cortes del terreno.

Ya demolida la roca, se procederá con el tractor bulldozer a su remoción, siendo ésto similar a los procesos anteriormente descritos.

Es importante aclarar que dado el avance en la tecnología, tenemos en el mercado una gran cantidad de equipos con diversas características, por lo que las condiciones en las que se realizará la obra (terreno, tiempo de ejecución economía, etc.) son las que nos determinarán cual será el más indicado.

En relación a las obras complementarias que induce la construcción del derecho de vía, - éstas se tratarán más adelante.

Como el trazo del derecho de vía atravesará gran cantidad de terrenos de todos tipos - (agrícolas, ganaderos, etc.), un aspecto - muy importante será el de mantener perfecta- mente delimitada la zona de trabajo (deter- minado por el ancho del terreno del derecho de vía), mediante cercados de alambre de - púas, instalando a su vez, falsetes para de- limitar las fronteras entre propiedades ve- cinas o cruces de caminos.

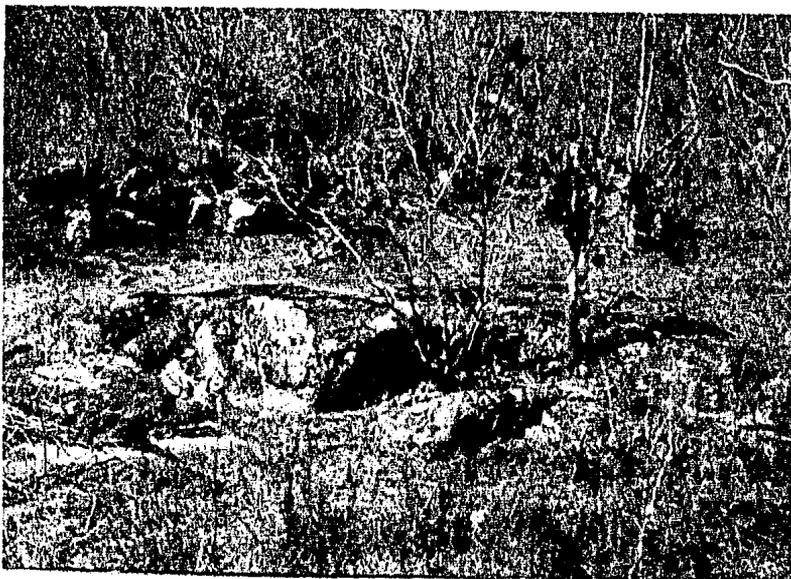


FIG I.- Tipo de terreno por donde atra- vesará el Derecho de Vía.  
( éste podrá ser agrícola, ga- nadero, montañoso, etc.



FIG. IV.= Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando el material hacia ambos lados.

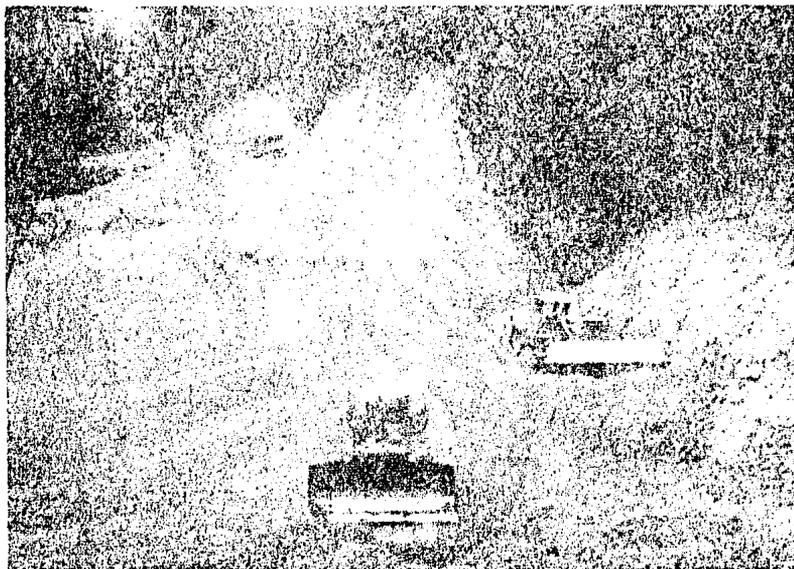


FIG. V.= Cortes con tractor, se empieza a notar la plantilla del Derecho de Vía.



FIG. VI.= Conformación del Derecho de  
Vía con motoconformadora.

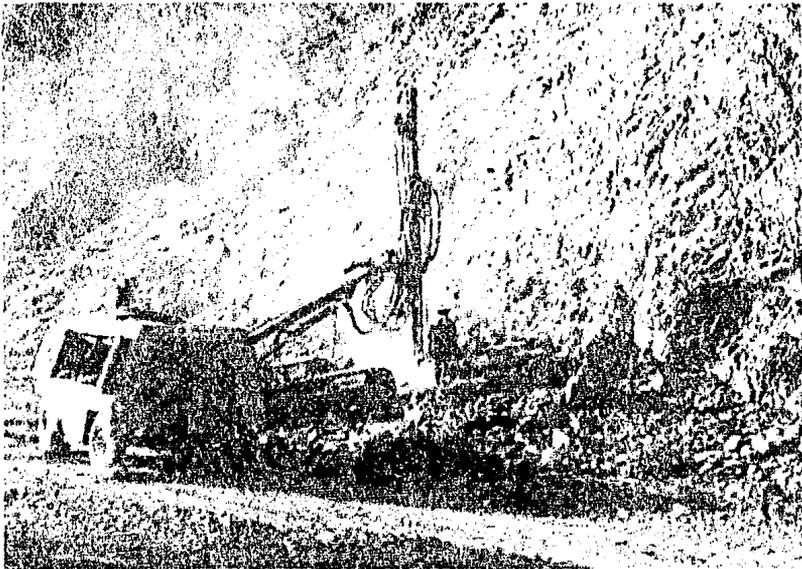
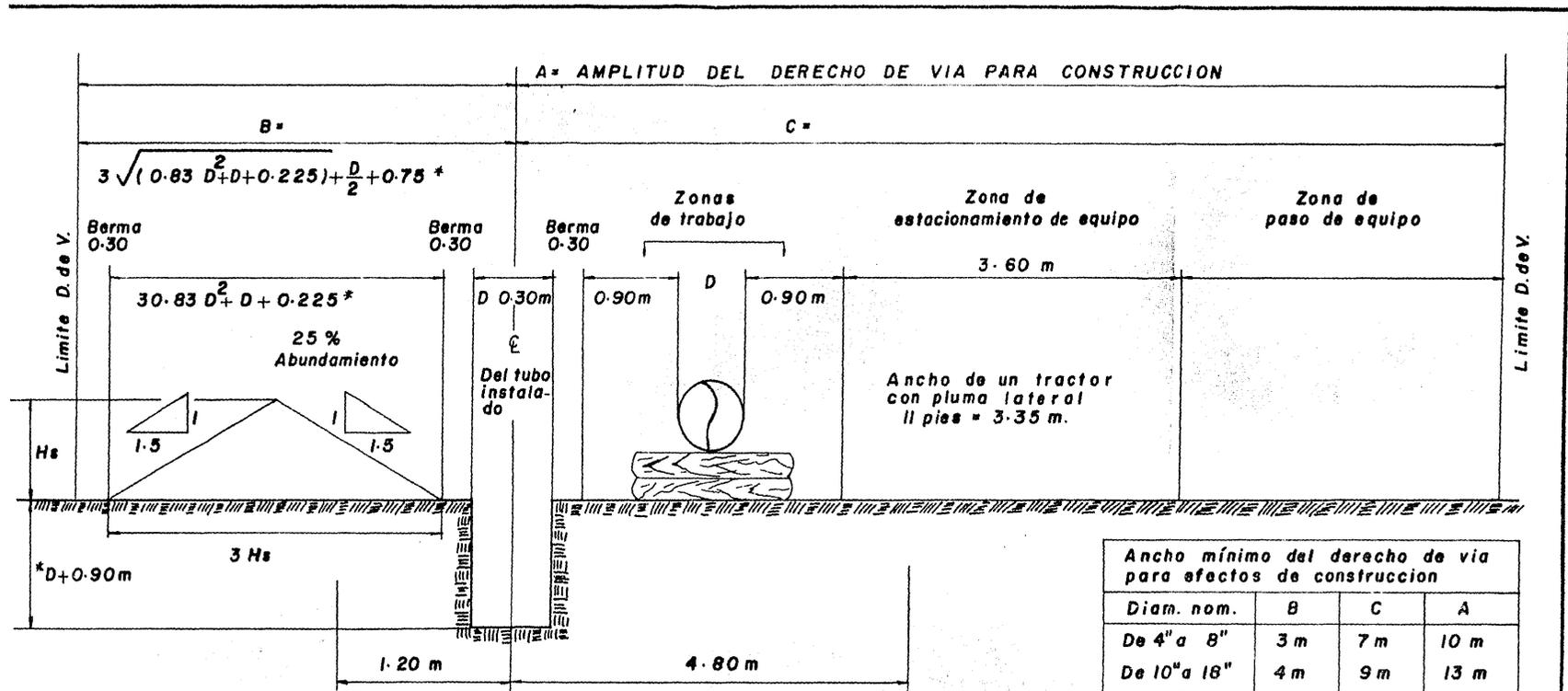


FIG. VII.= Track Drill trabajando en un  
corte, este equipo se usa  
cuando el material no se pue  
de remover con equipo de ataque



**Ancho mínimo del derecho de via para efectos de construccion**

| Diam. nom.   | B   | C   | A    |
|--------------|-----|-----|------|
| De 4" a 8"   | 3 m | 7 m | 10 m |
| De 10" a 16" | 4 m | 9 m | 13 m |
| De 20" a 36" | 5 m | 10m | 15 m |

**AMPLITUD DENTRO DEL D. D. V. PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO**

\* Este valor está calculado como ejemplo para una zanja con taludes verticales

**TESIS PROFESIONAL**

SERGIO ACEVES BORBOLLA  
JULIO JOSE ARGÜELLES CARDENAS

Universidad Nacional Autónoma de México  
FACULTAD DE INGENIERIA

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 690-010 LOCALIZACION Y TRAZO DEL EJE DEL DERECHO DE VIA  
 VEGETACION TIPO ARIDO O SEMIARIDO

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|---------------|-------------|
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | SALARIO       | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| OPERARIO ESPTA.                              |       | 1.00                | JOR. | 3738.80       | 3738.80     |
| CABO DE SEGUNDA                              |       | 2.00                | JOR. | 1952.83       | 3905.66     |
| OBRERO GENERAL                               |       | 3.00                | JOR. | 1555.84       | 4667.52     |
| CHOFER-OP. 2A.                               |       | 0.50                | JOR. | 2464.46       | 1232.23     |
| RENDIMIENTO:                                 | 2.908 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 13544.20 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |       |                     |      | \$            | 4657.57     |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | RENTA         | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| CAMIONETA ESTACAS                            |       | 4.80                | HR.  | 680.11        | 3264.53     |
| RENDIMIENTO:                                 | 2.908 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 3264.53  |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      | \$            | 1122.60     |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      | \$            | 5780.17     |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      | \$            | 1705.15     |
| S U M A :                                    |       |                     |      | \$            | 7485.32     |
| UTILIDAD (5 %)                               |       |                     |      | \$            | 374.27      |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      | \$            | 7859.58     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 723-103 DESMONTE C/MAQUINARIA.  
 MONTE, REGIONES ARIDAS O SEMIARIDAS

UNIDAD HA

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|---------------|-------------|
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | SALARIO       | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| OPERADOR ESPTA.                              |       | 1.00                | JOR. | 3331.88       | 3331.88     |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                        |       | 1.00                | JOR. | 1834.11       | 1834.11     |
| RENDIMIENTO:                                 | 6.191 | HA/JOR              |      | SUMA:         | \$ 5165.99  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |       |                     |      | \$            | 834.44      |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | RENTA         | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| TRACTOR S/DRUGAS D-6                         |       | 9.60                | HR.  | 1996.53       | 19166.68    |
| CAMIONETA ESTACAS                            |       | 2.00                | HR.  | 680.11        | 1360.22     |
| RENDIMIENTO:                                 | 6.191 | HA/JOR              |      | SUMA:         | \$ 20526.90 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      | \$            | 3315.60     |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      | \$            | 4150.04     |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      | \$            | 1224.26     |
| S U M A :                                    |       |                     |      | \$            | 5374.29     |
| UTILIDAD (5%)                                |       |                     |      | \$            | 268.71      |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      | \$            | 5643.00     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 690-013 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE SECCIONES TRANS-  
 VERSALES EN TERRENO CON PENDIENTES HASTA 15%

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE    |
|--|-------|---------------------|------|----------|------|---------------|------------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      |          |      | \$            | 0.0        |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE    |
| OPERARIO ESPTA.                              |       | 1.00                | JOR. |          |      | 3738.80       | 3738.80    |
| CABO DE SEGUNDA                              |       | 2.00                | JOR. |          |      | 1952.83       | 3905.66    |
| ODRERO GENERAL                               |       | 1.00                | JOR. |          |      | 1555.84       | 1555.84    |
| RENDIMIENTO:                                 | 1.973 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 9200.30 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |       |                     |      |          |      | \$            | 4663.10    |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE    |
| RENDIMIENTO:                                 | 1.973 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 0.0     |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      |          |      | \$            | 0.0        |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      |          |      | \$            | 4663.10    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      |          |      | \$            | 1375.61    |
| S U M A                                      |       |                     |      |          |      | \$            | 6038.71    |
| UTILIDAD (5 %)                               |       |                     |      |          |      | \$            | 301.94     |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      |          |      | \$            | 6340.64    |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 692-098 CORTES EN AMPLIACION Y/O ABATIMIENTO DE  
 TALUDES MATERIAL 'C'

UNIDAD M3

| DESCRIPCION                           | MATERIALES |      |               | IMPORTE   |
|---------------------------------------|------------|------|---------------|-----------|
|                                       | CANTIDAD   | UND. | COSTO DIRECTO |           |
| GODYNE 1"                             | 0.2000     | KG.  | 286.00        | 57.20     |
| ANFOMEX "X"                           | 0.4000     | KG.  | 59.60         | 23.84     |
| ACERO INTEGRAL 0.80 M                 | 0.0010     | PZA. | 22050.00      | 22.05     |
| BROCA 2"                              | 0.0010     | PZA. | 37620.00      | 37.62     |
| COPE 7/8"                             | 0.0010     | PZA. | 6708.00       | 6.71      |
| ZANCO 7/8"                            | 0.0010     | PZA. | 11607.90      | 11.61     |
| CORDON DETONANTE                      | 0.8000     | M.   | 48.88         | 39.10     |
| ESTOPINES ELECTRICOS M5               | 0.0200     | PZA. | 223.00        | 4.46      |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |            |      |               | \$ 202.59 |

| DESCRIPCION                             | MANDO DE OBRA |      | SALARIO | IMPORTE     |
|---|---------------|------|---------|-------------|
|   | CANTIDAD      | UND. |         |             |
| CABO DE OFICIOS                         | 1.00          | JOR. | 4007.92 | 4007.92     |
| OPERADOR ESPTA.                         | 3.00          | JOR. | 3331.88 | 9995.64     |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                   | 4.00          | JOR. | 1834.11 | 7336.44     |
| CHOFER-OP. 2A.                          | 0.20          | JOR. | 2464.46 | 492.89      |
| RENDIMIENTO: 5964.633                   | M3/JOR        |      | SUMA:   | \$ 21832.88 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANDO DE OBRA |               |      |         | \$ 3.66     |

| DESCRIPCION                                  | MAQUINARIA |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD   | UND. |         |             |
| COMPRESOR 600 PCM                            | 9.60       | HR.  | 1615.57 | 15509.47    |
| PERFORADORA S/DRUGAS                         | 9.60       | HR.  | 2071.78 | 19889.08    |
| TRACTOR S/DRUGAS D-6                         | 9.60       | HR.  | 1996.53 | 19166.68    |
| RIPPER P/TRACTOR                             | 9.60       | HR.  | 245.47  | 2356.51     |
| CAMIONETA ESTACAS                            | 0.20       | HR.  | 680.11  | 136.02      |
| RENDIMIENTO: 5964.633                        | M3/JOR     |      | SUMA:   | \$ 57057.77 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |            |      |         | \$ 9.57     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 692-098 CORTES EN AMPLIACION Y/O ABATIMIENTO DE  
 TALUDES MATERIAL 'C'

UNIDAD M3

|                                |    |        |
|--------------------------------|----|--------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 215.82 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 63.67  |
| S U M A                        | \$ | 279.48 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 13.97  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 293.45 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 693-510 ROMPECORRIENTES SUPERFICIALES EN DERECHO  
 DE VIA, CON COSTALES DE YUTE RELLENOS DE TIERRA (LONGI-  
 TUD PROMEDIO 20 M)

UNIDAD PZA

| M A T E R I A L E S                          |          |         |               |            |
|--|----------|---------|---------------|------------|
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.    | COSTO DIRECTO | IMPORTE    |
| COSTALES DE YUTE                             | 100.0000 | PZA.    | 54.00         | 5400.00    |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |          |         |               | 9 5400.00  |
| M A N O D E O B R A                          |          |         |               |            |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.    | SALARIO       | IMPORTE    |
| ODRERO GENERAL                               | 10.00    | JOR.    | 1555.84       | 15558.40   |
| CHOFER-OP. 2A.                               | 0.10     | JOR.    | 2464.46       | 246.45     |
| RENDIMIENTO:                                 | 20.772   | PZA/JOR | SUMA:         | 9 15804.84 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |          |         |               | 9 760.87   |
| M A Q U I N A R I A                          |          |         |               |            |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.    | RENTA         | IMPORTE    |
| CAMIONETA ESTACAS                            | 2.00     | HR.     | 680.11        | 1360.22    |
| RENDIMIENTO:                                 | 20.772   | PZA/JOR | SUMA:         | 9 1360.22  |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |          |         |               | 9 65.48    |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |          |         | 9             | 6226.35    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |          |         | 9             | 1836.77    |
| S U M A :                                    |          |         | 9             | 8063.13    |
| UTILIDAD (5 %)                               |          |         | 9             | 403.16     |
| PRECIO UNITARIO                              |          |         | 9             | 8466.28    |

## EXCAVACION DE ZANJA

Zanja es el lugar en el que quedará alojada, en definitiva, la tubería ya soldada y protegida.

La excavación consistirá en la extracción del material, remoción de troncos y raíces y colocación del material producto de esta operación, formando un camellón en el lado opuesto al que se distribuirá la tubería.

Esta fase será posterior al derecho de vía y al igual que en éste, lo primero será realizar el trazo del eje de la zanja.

Ya trazado el eje, el procedimiento más común consiste en arar dicho trazo (Rippeo), con el objeto de aflojar el terreno y prepararlo para el equipo que realizará la excavación.

Estando el terreno preparado, se procede a excavar, siendo posible usar cualquiera de los siguientes equipos: draga de arrastre, zanjadora y más comunmente, retroexcavadora.

La zanjadora, es una máquina que desperdicia el material lateralmente por medio de una banda transportadora, alimentada por cogilones que atacan directamente al material.

Las dimensiones de la zanja varían de acuerdo al diámetro de la tubería que será alojada en ellas y al tipo (estabilidad) del terreno.

Esta excavación también se puede ejecutar con herramienta manual (pico y pala), siendo recomendable usarse -

para afinar las dimensiones de la zanja, posteriormente al uso del equipo mayor.

El procedimiento constructivo variará de acuerdo al terreno, complicandose con la presencia de roca, siendo necesario el uso de explosivos.

La plantilla de la zanja debe tener un perfil tal que la tubería, al ser depositada en la misma, se apoye en el terreno en todos sus puntos. Esto puede generar que se presenten puntos en que la profundidad de la zanja sea mayor que la especificada, siendo esto necesario para evitar forzamientos o dobleces de la tubería.

Cuando estamos trabajando en zonas rocosas, es necesario tender (colocar) una cama (plantilla de arena o tierra suelta), para proteger a la tubería de las rocas agudas o cortantes.

Se llama colchón al material que se encuentra limitado por la cara superior de la tubería y nivel del terreno natural y estará determinada por el diámetro de la tubería, el tipo de material y la zona en donde cruzará la línea.

El ancho total mínimo de la zanja debe de ser de 12 pulgadas más que el diámetro de la tubería.

Es muy importante proteger a la zanja contra posibles corrientes de agua, por lo que es necesario tener previsto la colocación de rompecorrientes que pueden ser elaborados con costales de yute rellenos de arena.

Al igual que en el derecho de vía, en esta fase-

se generan obras adicionales como puentes, pasos para ganado, etc., las cuales serán tratadas más adelante.

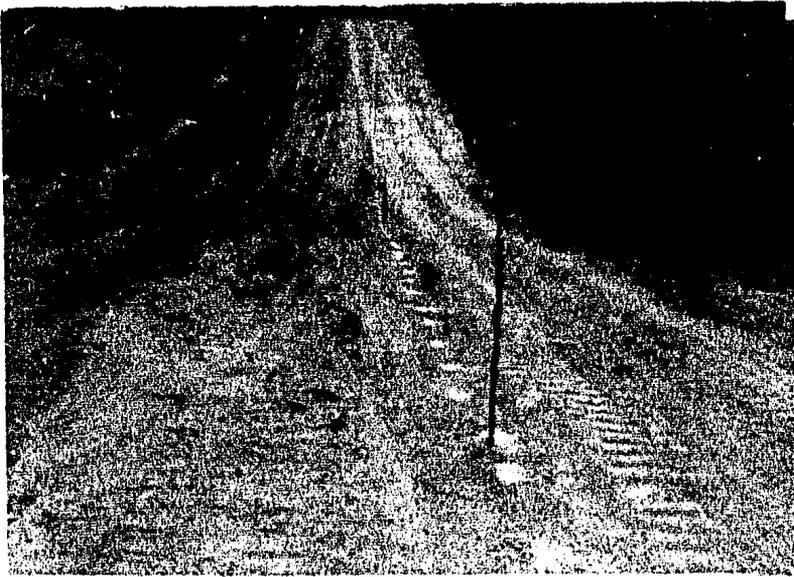


FIG. VIII.= Trazo de la Zanja, las estacas ubican a la misma



FIG. IX.= El señalamiento a través de estacas se aprecia con claridad, serán las puntas donde se va a construir la línea (eje de la línea )



FIG. X.= Con el objeto de aflojar el terreno se Rippea con la parte posterior del tractor.

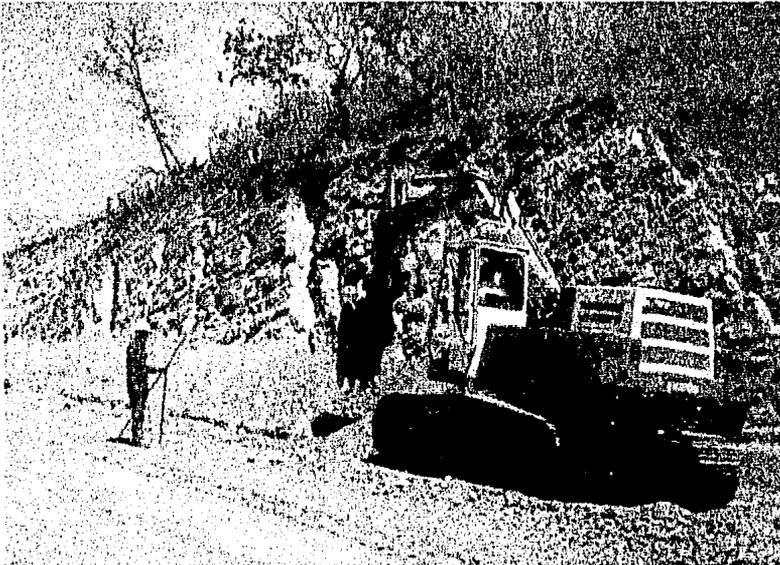


FIG. XI.= Preparado el terreno se procede a excavar, el equipo más comunmente usado es la retroexcavadora

## CLASIFICACION DEL TERRENO DE ACUERDO AL TIPO DE MATERIAL

### MATERIAL A (TIPO I)

En esta clasificación están comprendidos los suelos poco o nada cementados, es decir, cuando su "cohesión" medida en prueba de penetración estandar o en comprensión simple, es menor o igual a 2.5Ton/m<sup>2</sup> y cuyo contenido de agua en sitio es mayor o igual al correspondiente al límite líquido.

Este suelo tiene partículas menores de 7.5 cm. de diámetro y se puede remover con pala si se hace manualmente, o con Motoescrepa si se realiza con maquinaria. Se clasifican en este tipo de material la arena, tierra orgánica, etc.

### MATERIAL B (TIPO II)

Es aquel material de consistencia sólida, que por su grado de cementación se requiere del uso de pico y pala para su extracción, si la excavación es hecha a mano, o bien, si se utiliza maquinaria, requiere de un tractor de oruga con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de fuerza en la barra, o un arado de 6-tons. jalado por un tractor de la misma potencia.

Su "cohesión" medida en comprensión simple es de 40 ton/m<sup>2</sup> y su contenido de agua es menor o igual al límite de contracción volumétrica, sien-

do sus partículas menores de 0.5 m<sup>3</sup> y mayores de 7.5 cm. de diámetro. Las rocas alternadas son 100% material B cuando la separación de sus grietas es igual o menor de 5 cm.

**MATERIAL C (TIPO III)** Un material es tipo C cuando la resistencia a la compresión simple de una muestra inalterada es de 1120 kg/cm<sup>2</sup> o mayor, el espaciamiento entre grietas es de 100 cm. o mayor y el RQD - (Rock Quality Designation) mayor de 75%.

Si la excavación se ejecuta manualmente, este tipo de material solo se puede remover con cuña y marco, o también puede hacerse mediante el uso de explosivos.

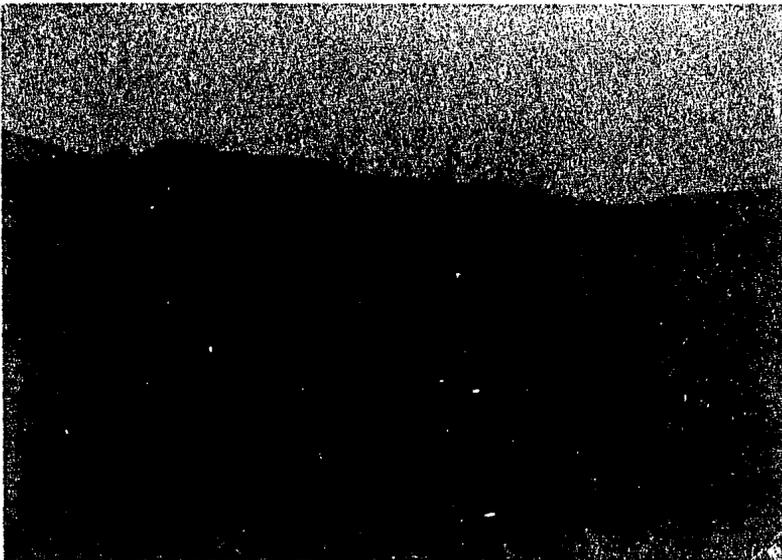


FIG XII.= Banco de Material Tipo I  
( arena, tierra orgánica etc. )



FIG. XIII.- Material tipo II  
( consistencia sólida )



FIG. XIV.- Material tipo III  
( Roca )

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 694-206 EXCAVACION EN ZANJA MAT 'C' C/PERFORADORA NEU.  
 EXPLOSIVO Y RETROEXCAVADORA

UNIDAD KM

| DESCRIPCION             | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE   |
|-------------------------|---------------------|------|---------------|-----------|
|                         | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |           |
| GODYNE 1"               | 180.0000            | KG.  | 286.00        | 51480.00  |
| ANFOMEX "X"             | 292.0000            | KG.  | 59.60         | 17403.20  |
| ACERO INTEGRAL 1.60 M   | 0.9000              | PZA. | 24118.00      | 21706.20  |
| BROCA 2"                | 2.6000              | PZA. | 37620.00      | 97811.94  |
| COPEL 7/8"              | 1.7000              | PZA. | 6708.00       | 11403.60  |
| ZANCO 7/8"              | 0.4000              | PZA. | 11607.00      | 4642.80   |
| CORDON DETONANTE        | 2400.0000           | M.   | 48.88         | 117311.94 |
| ESTOPINES ELECTRICOS MS | 10.0000             | PZA. | 223.00        | 2230.00   |

SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. \$ 323989.56

| DESCRIPCION        | M A N O D E O B R A |      |         | IMPORTE  |
|--------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                    | CANTIDAD            | UND. | SALARIO |          |
| CABO DE OFICIOS    | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92  |
| OPERADOR ESPTA.    | 1.00                | JOR. | 3331.88 | 3331.88  |
| SOBRESTANTE DE ZA. | 4.00                | JOR. | 2688.32 | 10753.28 |
| CHOFER-OP. 2A.     | 1.00                | JOR. | 2464.46 | 2464.46  |
| OBRAERO GENERAL    | 2.00                | JOR. | 1555.84 | 3111.68  |

RENDIMIENTO: 0.987 KM/JOR SUMA: \$ 23669.21  
 SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA \$ 23980.96

| DESCRIPCION             | M A Q U I N A R I A |      |         | IMPORTE  |
|-------------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                         | CANTIDAD            | UND. | RENTA   |          |
| COMPRESOR 600 PCM       | 19.20               | HR.  | 1615.57 | 31018.93 |
| PERFORADORA 5/8RUGAS    | 19.20               | HR.  | 2071.78 | 39778.16 |
| RETROEXCAVADORA 3/4 YD3 | 9.60                | HR.  | 2665.75 | 25591.20 |
| CAMION REDILAS 6-8 TON  | 9.60                | HR.  | 980.07  | 9408.67  |

RENDIMIENTO: 0.987 KM/JOR SUMA: \$ 105796.88  
 SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO \$ 107190.31

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 694-206 EXCAVACION EN ZANJA MAT 'C' L/PERFORADORA NEU.  
 EXPLOSIVO Y RETROEXCAVADORA

UNIDAD KM

|                                |    |           |
|--------------------------------|----|-----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 455140.81 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 134272.38 |
| S U M A :                      | \$ | 589413.19 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 29471.66  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 618904.81 |

## TRANSPORTE DE TUBERIA

La tubería será transportada desde su lugar de fabricación, hasta una zona cercana a su destino final usando el medio de transporte más económico, siendo éstos; el barco o el ferrocarril, según sea el caso.

La tubería será almacenada en algún lugar destinado para ello dentro de las instalaciones del puerto o la estación de FF.CC.

La descarga de la tubería deberá ejecutarse empleando una grúa con aditamentos para manejo de la misma, - que cuentan con mordazas acojinadas de cierre automático, o bien ganchos iguales o similares a los de la figura adjunta, haciendo la maniobra con el cuidado necesario para evitar golpes que puedan dañar el cuerpo y los biseles de los tubos.

A partir de estos centros en donde se concentra la tubería, se distribuirá la misma a almacenes que se tendrán localizados contiguos al derecho de vía y el número y distribución de los mismos dependerá de las vías de acceso que tengamos al derecho de vía.

El transporte más usual es el de un camión de arrastre (Tractocamión) y una plataforma remolcable o un eje tandem, dependiendo del diámetro de la tubería.

Si las condiciones lo permiten, los tubos se irán descargando a todo lo largo del derecho de vía, reduciéndose al mínimo el manejo de la tubería. De no ser esto posible, se usará otro medio como un tractor pluma, o manual.

Al distribuir la tubería a lo largo del derecho

de vía, ésta deberá colocarse invariablemente sobre polines de madera con sección mínima de 20 cm. (8") por 20 cm. (8"), de manera que se evite el contacto de la tubería con el terreno y cada tramo deberá apoyarse por lo menos en dos polines y que los tramos de tubería queden en forma alternada para evitar golpes que puedan dañar los biceles.

El acomodo de los tubos en el D.D.V., uno tras otro, pero traslapados, paralelos a la zanja del lado del tránsito del equipo a una distancia tal, que no se provoquen derrumbes. Estas operaciones deben efectuarse sin que los tubos sufran casi ningún daño y sin que causen estorbos a ninguna de las partes de la obra ya construida o en construcción.

Los tubos quedan depositados sobre el terreno, paralelamente a la zanja, traslapados 10 cm. aproximadamente, cercanos al límite del talud natural del terreno de la excavación, dejando siempre un paso mínimo libre de 0.60 m. entre la orilla de la excavación y el lado cercano del tubo.

La colocación de los tubos debe de ser propicia a la operación de alineado y soldado, no dejando tubos mal colocados o con daños inadmisibles.



FIG. XV.= Tubería transportada por Ferrocarril

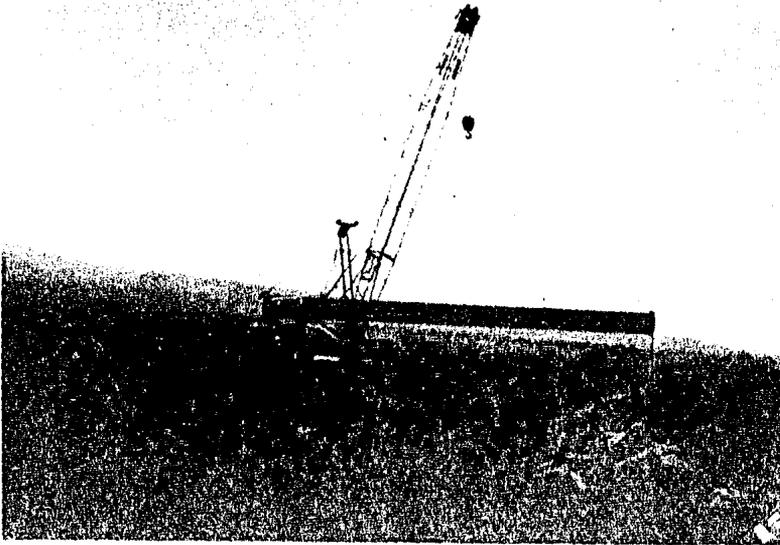


FIG. XVIII. = Almacén de tubería contiguo al Derecho de Vía.

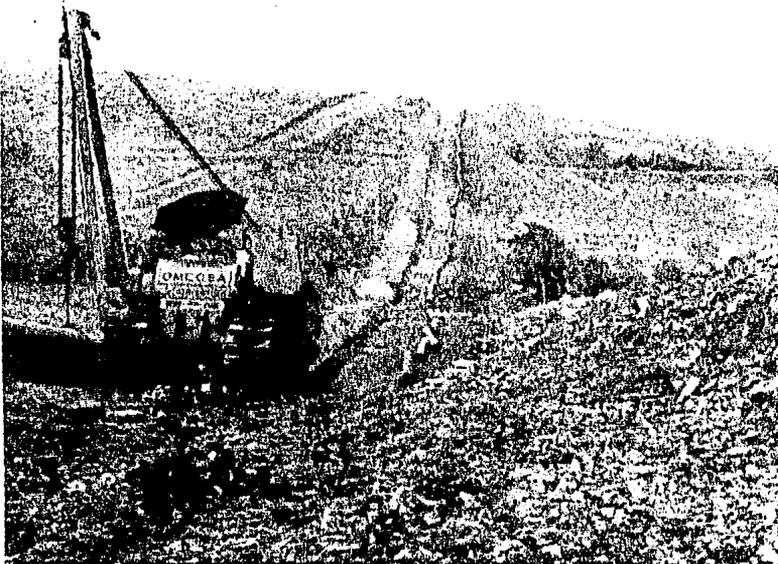


FIG. XIX. = Descarga de tubería a lo largo del derecho de Vía con tractor Pluma.



FIG XVI.= Descarga y Almacenamiento de tubería dentro de las instalaciones de la estación de F.F.C.C.



FIG.XVII.= Transporte de tubería con tractocamión al Derecho de Vía.

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 696-160 DESCARGA GONDOLAS DE FERROCARRIL Y ESTIBA  
 TUBERIA 10"

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|---------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |               |         |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |               | \$ 0.0  |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE    |
|--|---------------------|------|---------|------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |            |
| OPERADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR. | 3331.88 | 3331.88    |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 1.00                | JOR. | 1834.11 | 1834.11    |
| OBRAERO GENERAL                        | 2.00                | JOR. | 1555.84 | 3111.68    |
| RENDIMIENTO: 1.267                     | KM/JOR              |      | SUMA:   | \$ 8277.67 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | \$ 6533.29 |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| GRUA HIDRAULICA 22 TON                       | 9.60                | HR.  | 2114.27 | 20296.99    |
| RENDIMIENTO: 1.267                           | KM/JOR              |      | SUMA:   | \$ 20296.99 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | \$ 16019.73 |

|                                |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 22553.02 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 6653.14  |
| S U M A :                      | \$ | 29206.15 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 1460.31  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 30666.46 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 696-216 CARGA TUBERIA ACERO DESHUDA 10" Y ESTIDA PARA  
 SU ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION EN EL DERECHO DE VIA IER.  
 KM.

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|---------------|-------------|
|  |       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |             |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | SALARIO       | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| OPERADOR ESPTA.                              |       | 1.00                | JOR. | 3331.88       | 3331.88     |
| CHOFER-OP. 2A.                               |       | 2.00                | JOR. | 2464.46       | 4928.92     |
| OBRERO GENERAL                               |       | 4.00                | JOR. | 1555.84       | 6223.36     |
| RENDIMIENTO:                                 | 6.232 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 14484.16 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |       |                     |      | \$            | 2324.16     |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | RENTA         | IMPORTE     |
|  |       | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| CAMION GRUA HIAB 6 TON                       |       | 9.60                | HR.  | 1972.92       | 18940.03    |
| GRUA HIDRAULICA 22 TON                       |       | 9.60                | HR.  | 2114.27       | 20296.99    |
| TRACTOCAMION                                 |       | 9.60                | HR.  | 1863.15       | 17886.23    |
| PLATAFORMA DE 30 TON                         |       | 9.60                | HR.  | 303.96        | 2918.02     |
| RENDIMIENTO:                                 | 6.232 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 60041.26 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      | \$            | 9634.33     |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      | \$            | 11958.50    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      | \$            | 3527.76     |
| S U M A :                                    |       |                     |      | \$            | 15486.26    |
| UTILIDAD (5 %)                               |       |                     |      | \$            | 774.31      |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      | \$            | 16260.57    |

PETROLEOS MEXICANOS HOJA 1

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 696-501 ACARREO DE TUBERIA DESHUDA SUBSECUENTES 1ER.  
 KM EN PLATAFORMA REMOLCABLE DE 10.1 A 40 KM EN CAMINO REV.  
 EN TERRACERIAS

UNIDAD KM-KM

| DESCRIPCION                                  |         | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|---------|---------------------|------|----------|------|---------------|-------------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |         |                     |      |          |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |         | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE     |
| CHOFER-OP. 2A.                               |         | 1.00                | JOR. |          |      | 2464.46       | 2464.46     |
| RENDIMIENTO:                                 | 109.060 | KM-KM/JOR           |      |          |      | SUMA:         | \$ 2464.46  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |         |                     |      |          |      | \$            | 2464.46     |
| DESCRIPCION                                  |         | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE     |
| TRACTOCAMION                                 |         | 9.60                | HR.  |          |      | 1863.15       | 17886.23    |
| PLATAFORMA DE 30 TON                         |         | 9.60                | HR.  |          |      | 303.96        | 2918.02     |
| RENDIMIENTO:                                 | 109.060 | KM-KM/JOR           |      |          |      | SUMA:         | \$ 20804.25 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |         |                     |      |          |      | \$            | 190.76      |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |         |                     |      |          |      | \$            | 213.36      |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |         |                     |      |          |      | \$            | 62.94       |
| S U M A :                                    |         |                     |      |          |      | \$            | 276.30      |
| UTILIDAD (5 %)                               |         |                     |      |          |      | \$            | 13.81       |
| PRECIO UNITARIO                              |         |                     |      |          |      | \$            | 270.11      |

## TRANSPORTE DE LOS MATERIALES ANTICORROSIVOS

Los materiales anticorrosivos tienen por objeto proteger a la tubería contra los agentes existentes en el medio ambiente y que la deterioran.

Consisten en materiales sintéticos como pinturas, fibra de vidrio, asfalto, etc., que le darán impermeabilidad al tubo, impidiendo el paso de la humedad, lo que reditúa en prolongar la vida útil del tubo.

La pintura y el esmalte se suelen manejar en tambores de lámina de 200 lts. de capacidad y deberán manejarse y transportarse con todas las precauciones necesarias para no perjudicar los envases y por lo tanto el contenido.

Hay que tomar en cuenta que el solvente de la pintura es muy inflamable y sus vapores pueden causar explosiones, por lo tanto, la pintura deberá manejarse tomando todas las precauciones acostumbradas para líquidos inflamables.

Los tambores de pintura primaria y del adelgazador se mantendrán siempre cerrados, almacenandolos en posición horizontal para evitar la pérdida del solvente por evaporación, la entrada de agua de lluvia y la contaminación de la pintura con tierra o basura.

Estos tambores se guardarán en una bodega y sólo los volúmenes estimados para el consumo diario se llevarán al sitio de la obra, vaciando los de los tambores originales de fábrica al tanque de la máquina pintadora.

En el caso del esmalte, éste deberá manejarse --

evitando la rotura prematura de los recipientes y la contaminación con tierra y basura.

Por lo que toca a los materiales para envoltura de la tubería, los rollos y cajas que contengan fibra de vidrio, felpa y fieltro asbéstico, no serán diseminados a lo largo del derecho de vía. Se almacenarán en bodegas protegidas de la intemperie y especialmente de la humedad excesiva, no debiendo estar en contacto directo con el terreno natural y el material que se utilizará en el día será transportado del almacén al sitio de la colocación en vehículos cubiertos que los protejan de la intemperie.

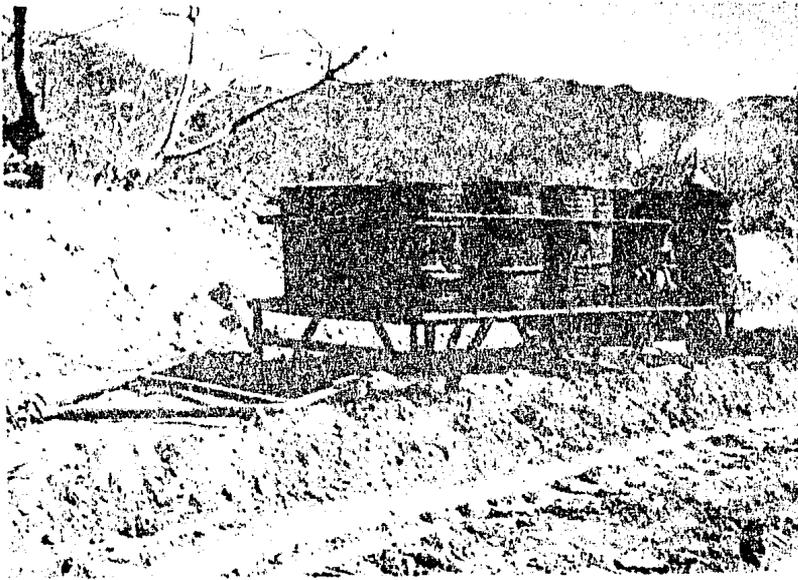


FIG.XX.= Transporte de Materiales Anticorrosivos para tubería por medio de trineo

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BURBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 697-016 MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO MATERIALES AN-  
 TICORROSIVOS TRANSPORTE 1ER. KM DESCARGA Y ESTIDA

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|----------|------|---------------|-------------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      |          |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE     |
| CHOFER-OP. 2A.                               |       | 1.00                | JOR. |          |      | 2464.46       | 2464.46     |
| OBRERO GENERAL                               |       | 10.00               | JOR. |          |      | 1555.84       | 15558.40    |
| RENDIMIENTO:                                 | 7.271 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 18022.86 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |       |                     |      |          |      | \$            | 2478.73     |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE     |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       |       | 1.00                | HR.  |          |      | 980.07        | 980.07      |
| RENDIMIENTO:                                 | 7.271 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 980.07   |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      |          |      | \$            | 134.79      |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      |          |      | \$            | 2613.52     |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      |          |      | \$            | 770.99      |
| S U M A :                                    |       |                     |      |          |      | \$            | 3384.51     |
| UTILIDAD (5 %)                               |       |                     |      |          |      | \$            | 169.23      |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      |          |      | \$            | 3553.74     |

## DOBLADO

Los cambios de dirección y de elevación del terreno, hacen necesario que el tubo sea doblado, el número de dobleces de una línea se lleva al mínimo, procurando con formar el Derecho de Vía y consecuentemente el fondo de lazanja, para evitar lo más posible los cambios de pendiente que obligan a doblar la tubería.

Este doblado deberá ser efectuado en el sitio de la colocación definitiva y además será en frío. Para esto se utiliza una Dobladora Hidráulica y un Mandril.

La dobladora es una máquina que por medio de un mecanismo hidráulico, puede "empotrar el tubo", para que por medio de unos gatos hidráulicos de gran potencia, se reflexione el tubo, provocando esfuerzos mayores al límite elástico consiguiéndose así deformaciones permanentes que dan el doblado a la tubería.

El mandril es un mecanismo neumático cuyo propósito es apoyar la paredes interiores de la tubería para evitar el pandeo y eliminar la distorsión de la redondez. El mandril tiene la propiedad de expandirse dentro de la tubería y provoca una redondez casi perfecta.

Con el equipo mencionado, los dobleces se hacen sin alterar las dimensiones, de la sección transversal del tubo cuando fué recto, quedando libre de arrugas, grietas y sin ninguna evidencia de daño. El diámetro del tubo no se reduce más de 2.5% del diámetro y completamente doblado permite perfectamente el paso de los Diablos.

Las especificaciones limitan el doblado a un gra

do por metro, como máximo para tubería de 48", debiéndose -  
dejar en los extremos de los tubos, tramos rectos de 1.30 -  
mts. como mínimo.

Sólo en situaciones especiales se permite el do-  
blez en la zona de la soldadura transversal, debiéndose en-  
estos casos, radiografiar la soldadura después del doblado.

Se hacen anotaciones sobre el tubo. Estas anota-  
ciones indican el centro del dobléz, la magnitud de la cur-  
va, el surtido de la misma y el número consecutivo del tubo  
con objeto de que el operador pueda hacer el doblado correc-  
to.

Los dobleces los checa el operador de la Doblado-  
ra, con un aparato especial cuyo funcionamiento es muy pare-  
cido al del clisímetro.

La dobladora no tiene locomoción propia, para -  
transitarse debe remolcarse con un tiendetubos. Este sirve  
también para alimentar el tubo a la máquina.

Es práctico colocar la dobladora en terreno pla-  
no y en un mismo punto hacer varios dobleces, para luego -  
avanzar a otro punto.

Es necesario también un compresor para poder su-  
ministrar aire al mandril. ,

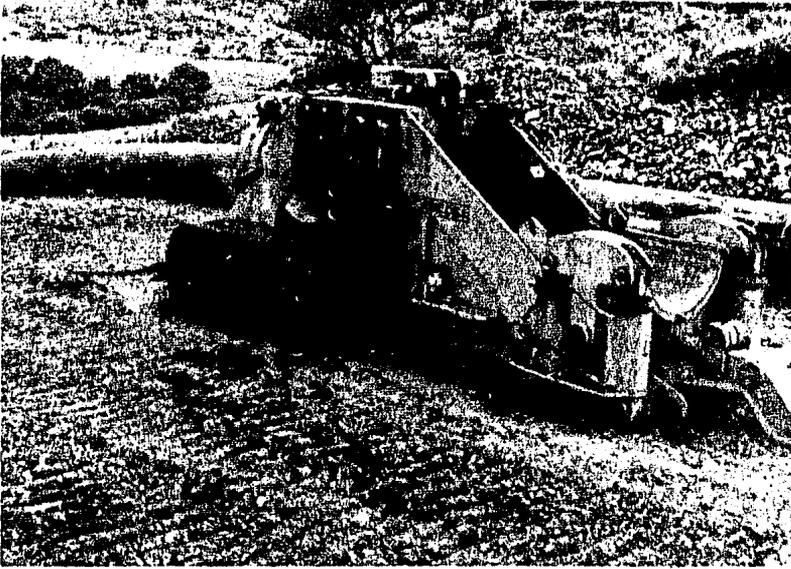


FIG. XXI.= Máquina Dobladora de Tubería

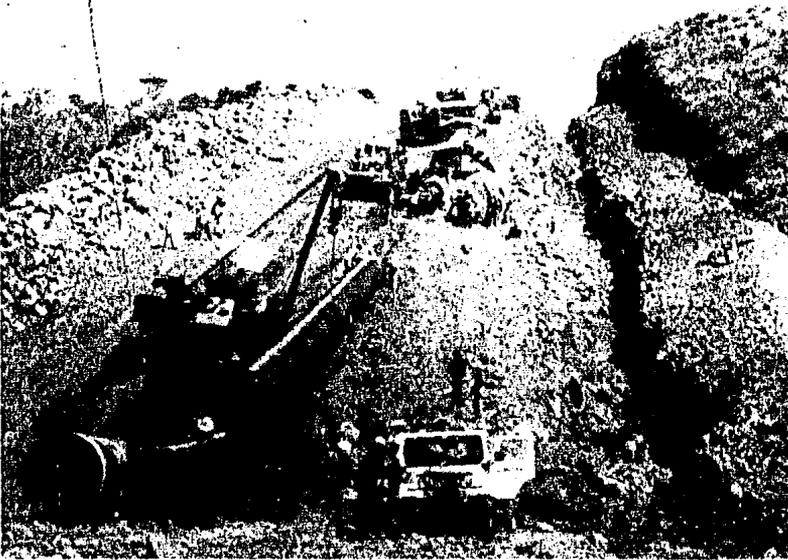


FIG. XXII.= Doblado de tubería y colocación  
por medio de Tractor Pluma

## REGISTRO DE DOBLECES

El topógrafo recorre el D.D.V. y mide los dobleces verticales con clisímetro y los horizontales con tránsito. Deja señales sobre el terreno consistentes en estacas o banderas indicando la magnitud en grados de los dobleces y el sentido (concavidad hacia arriba o hacia abajo, deflexión derecha o izquierda).

Después mide cada uno de los tubos, anotando las longitudes en su libreta y les asigna un número consecutivo.

Se procede entonces a marcar sobre el terreno la posición en que va a quedar cada tubo, al hacer esto, la cinta no necesariamente debe de estar horizontal, sino que debe seguir el perfil del terreno.

Posteriormente anota en su registro la distancia del inicio del tubo al sitio del dobléz y marca sobre los tubos, los datos antes mencionados.

Hay restricción de doblar a menos de 1.80 mts. - del extremo del tubo, por lo mismo, si el sitio del dobléz, coincide con el extremo del tubo o queda muy cerca de él, - se procede de la siguiente manera:

Si el dobléz es muy pequeño (menos de  $3^\circ$ ) se recorre hasta el sitio permitido. Si el dobléz es grande (mayor de  $3^\circ$ ) el dobléz se reparte por mitades entre los dos tubos que coinciden en esa unión, recorriéndose también hasta el sitio adecuado.

Los errores en la medidas se compensan dejando un traslape al inicio de cada lingada.

## SOLDADURA

La soldadura de tubos debe considerarse como la operación más importante y de mayor atención, por constituir la continuidad de la hermeticidad y resistencia del conducto, que debe lograrse solamente con trabajadores competentes, un equipo que se mantenga siempre en buenas condiciones y una inspección que no disminuya la vigilancia y pruebas que se establezcan.

La soldadura de los tubos debe ser hecha por cualquiera de los procesos siguientes: soldadura de arco metálico protegido, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido con gas, soldadura de arco metálico protegido con gas o bien por el proceso de soldadura de oxiacetileno.

Las técnicas que se apliquen en los procesos de soldadura pueden ser manuales, semiautomáticas, automáticas o la combinación de ellas y pueden ser aplicadas en soldaduras de posición o soldaduras de rolado.

El equipo de soldar tanto en el arco eléctrico como el de gas debe ser del tamaño y tipo apropiado para el trabajo y debe mantenerse en condiciones de asegurar una soldadura uniforme y aceptable, en operación continua. El equipo de arco eléctrico debe estar vigilado constantemente y debe operarse dentro de los límites de valores de corriente y tensión dados en el procedimiento calificado de soldadura. El equipo de gas para soldar debe ser operado con la flama característica y el tamaño de boquilla dado en el procedimiento.

Cualquier equipo que no cumpla los requisitos de-

funcionamiento deberá ser reparado o reemplazado.

Esta norma debe aplicarse al soldado de accesorios de tubería, de tubos API Spec 5L, API Spec 5LX y estándares ASTM aceptados.

Todos los metales de aporte deben ser conforme a las especificaciones AWS A 5.1, AWS A 5.5, AWS A 5.2, AWS A 5.17, AWS A 5.18 y AWS A 5.20.

Estos metales de aporte o electrodos así como los fundentes, deben ser almacenados y manejados evitando que se dañen, ellos y sus empaques. Aquellos que vienen con empaques abiertos deben protegerse de cualquier deterioro y los electrodos protegidos deben estar al resguardo de cambios excesivos de humedad. Los electrodos y fundentes que muestren signos de haberse dañado o deteriorado, no deben usarse.

#### CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Antes de iniciar la operación de soldadura en la línea, debe ser calificada la especificación detallada del procedimiento de soldadura que se usará, para determinar -- que las soldaduras tengan propiedades mecánicas apropiadas, pueden considerarse sanas y se puede utilizar el procedimiento aprobado. La calidad de la soldadura debe ser determinada por pruebas destructivas.

#### ASPECTOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

El procedimiento de soldadura especificado en el proyecto y que debe calificarse en el campo, debe incluir - los diferentes aspectos que se enuncian a continuación, mismos que deberán ser aplicados.

PROCESO. El proceso específico de soldadura de arco o el proceso de soldadura con gas, manual, semiautomático, automático o combinado.

MATERIALES. Tubos y conexiones de tuberías, API Spec 5L, API Spec 5LX y otros materiales de especificaciones ASTM, acero al carbón, agrupados según el límite elástico mínimo especificado: 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000 psi, más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas de los metales base y de relleno, tratamiento térmico y propiedades mecánicas.

Agrupamiento por diámetros y por espesor de pared.

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| Diámetro exterior pulg. | Espesor de pared pulg. |
| menores de 2 3/8        | menores de 3/16        |
| 2 3/8 a 12 3/4 incluso  | 3/16 a 3/4 inclusive   |
| Mayores de 12 3/4       | Mayores de 3/4         |

DISEÑO DE RANURAS. Forma de la ranura y ángulo del bisel, tamaño de la cara de la raíz y abertura entre raíces o espacio entre miembros a tope. Forma y tamaño del cordón de soldadura. Tipo de respaldo si se usa.

METAL DE APORTE Y NUMERO DE CORDONES. (Tamaño y número de clasificación de metal de aporte, número mínimo y secuencia de cordones).

CARACTERISTICAS ELECTRICAS. (Corriente y polaridad, tensión y corriente para cada electrodo, sea varilla o alambre).

CARACTERISTICAS DE LA FLAMA. (Neutral, carburi

zante, oxidante, tamaño del orificio en antorcha tipo, para cada tamaño de varilla o alambre).

POSICION. (De rolado o soldadura de posición fija).

DIRECCION DE LA SOLDADURA. (Vertical hacia arriba o hacia abajo).

TIEMPO ENTRE PASOS. (Tiempo máximo entre terminación del cordón de fondeo y principio del segundo cordón; tiempo máximo entre la terminación del segundo cordón y el principio de otros cordones).

TIEMPO DE ALINEADOR. (Interno, externo, no se requiere).

REMOCION DEL ALINEADOR. (Después de completar 100% del fondeo).

LIMPIEZA. (Herramientas motrices, herramientas de mano).

PRE Y POSTCALENTAMIENTO. (Relevo de esfuerzo) (Métodos, temperatura, métodos de control de temperatura, fluctuación de temperatura ambiente).

GAS PROTECTOR Y GASTO. (Composición del gas, y gasto).

FUNDENTE PROTECTOR. (Tipo y tamaño).

VELOCIDAD DE RECORRIDO. (Pulgadas por minuto) (cm. por minuto).

## RECALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

**VARIABLES ESENCIALES.** Un procedimiento de soldadura debe ser restablecido como una nueva especificación de procedimiento y debe ser completamente recalificado, - cuando cambian cualquiera de las variables siguientes que pertenecen al procedimiento primeramente establecido.

**CAMBIO EN EL PROCESO DE SOLDADURA.** (De gas a arco protegido; proceso de gas o soldadura de arco a otro proceso de gas u otra soldadura de arco; de manual a semi-automático o automático o combinación de éstos).

**CAMBIO EN EL MATERIAL DE LOS TUBOS.** (Grupos de ASTM o API, acero al carbono, con límite elástico mínimo especificado de 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000; más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas del metal base y el de relleno, tratamientos térmicos y propiedades mecánicas).

**CAMBIO EN EL DISEÑO DE LA JUNTA.** (De ranura en V a ranura en U, etc. El cambio en el ángulo del bisel o borde de la ranura, no son variables esenciales del procedimiento especificado).

**CAMBIO EN LA POSICION.** (Para soldadura a toposolamente) (Un cambio de vertical a horizontal y viceversa).

**CAMBIO EN EL ESPESOR DE PARED DEL TUBO.** (Un cambio de grupo de espesor de pared a otro grupo).

**CAMBIO EN EL METAL DE APORTE.** (De un grupo cla-

sificado a otro: ver tabla "Clasificación de grupos de metales de aporte").

DISMINUCION DEL NUMERO DE SOLDADORES DEL CORDON-DE FONDEO.

CAMBIO EN EL PERIODO DE TIEMPO ENTRE EL CORDON-DE FONDEO Y EL SEGUNDO CORDON SEGUN MAXIMO ESTABLECIDO.

CAMBIO DE DIRECCION. (Vertical-abajo a vertical-arriba o viceversa).

CAMBIO DE GAS PROTECTOR. (De un gas a otro; de una mezcla de gases a mezcla diferente de los mismos gases).

CAMBIO EN EL GASTO DEL GAS. (Disminución o incremento del gasto según límites establecidos).

CAMBIO EN EL FUNDENTE PROTECTOR. (Cambio del tipo o tamaño de las partículas del fundente).

CAMBIO A MAYOR VELOCIDAD DE RECORRIDO, SEGUN LIMITES.

#### UNIONES DE PRUEBA, SOLDADAS A TOPE

Se denomina unión de prueba a la unión con soldadura de dos extremos, pequeños tramos de tubo que obedecen todos los detalles de las especificaciones del procedimiento para calificar y bajo las condiciones que se esperan en la producción de soldaduras en la línea.

## PRUEBA DE "UNIONES DE PRUEBA" SOLDADAS A TOPE

PREPARACION. Los especímenes deber ser cortados conteniendo al centro la junta soldada, de acuerdo con la localización transversal mostrada en FIG. 1 API 1104, con las dimensiones y en las cantidades mínimas de especímenes y pruebas que deben realizarse, dadas en TABLA 1 API 1104.

Los especímenes deberán ser preparados como se muestra en FIG. 2, 3, 4 y 5. API 1104.

Para tubos menores de 2 3/8 pulg. diámetro exterior, deberán hacerse dos uniones de prueba para poder contar con el número de especímenes de prueba requeridos.

Los especímenes deben ser enfriados al aire a la temperatura ambiente, antes de que sean probados.

Para tubos de 1 5/16 pulg. diámetro exterior y menores, un espécimen de sección completa puede ser sustituido por los cuatro especímenes: dos de sección reducida de ranura y rotura y dos de doblado por la raíz. El espécimen de prueba de tensión debe ser roto bajo una carga de tensión. El esfuerzo de rotura debe ser calculado dividiendo la carga máxima a la rotura entre el área menor de la sección transversal del espécimen medio antes de aplicar la carga. La sección del espécimen debe cumplir los requisitos de la prueba de tensión que se describe más adelante.

CLASIFICACION DE GRUPOS DE METALES DE APORTE

( API Std. 1104 )

| <u>Gpo. ción</u> | <u>Especifica</u><br><u>AWS</u> | <u>Gas</u><br><u>Protector</u> | <u>Electro</u><br><u>do.</u>                           | <u>Funden</u><br><u>te.</u>            | <u>Observaciones</u>   |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|--|--|
| 1                | A5.1-69                         |                                | EXX10<br>EXX11   |  |  |
| 2                | A5.1-69<br>A5.5-69              |                                | EXX15<br>EXX16<br>EXX18                                |  |  |
| 3                | A5.17-69                        |                                | EL8<br>EL8K<br>EM5K<br>EM12<br>EM12K<br>EM13K<br>EM15K | F60<br>F61<br>F62<br>F70<br>F71<br>F72 | Cualquier combina<br>ción de electro-<br>dos y fundentes -<br>mostrados. |
| 4                | A5.18-69                        | Bióxido de -<br>Carbono.       | E70S-4<br>E70S-5<br>E70S-6                             |  |  |
| 5                | A5.18-69                        | No especificado                | E70S-G   |  | Potencia para sol<br>dar no especifica<br>da.                            |
| 6                | A5.20-69                        | Bióxido de -<br>Carbono.       | E70T-1<br>E70T-2<br>E70T-5                             |  |  |
| 7                | A5.20-69                        | Sin protector                  | E70T-3<br>E70T-4<br>E70T-5                             |  |  |
| 8                | A5.20-69                        | No especificado                | E70T-G   |  | Potencia para sol<br>dar no especifica<br>da.                            |
| 9                | A5.18-69                        | Argón o Argón<br>y Oxígeno     | E70U-1   |  |  |
| 10               | A5.2-69                         |                                | RG 45<br>RG 60<br>RG 65                                |  |  |

NOTA: Gas o gases, tipos de metal de aporte y fundentes no enlistados en esta tabla, pueden ser usados pero se requiere clasificación diferente de soldadores.

## SOLDADO DE LA TUBERIA

### a) Equipo de Soldar.

Las máquinas para soldar y todos sus accesorios (cables, portaelectrodos, etc.) deben ser del tipo y tamaños adecuados para el trabajo, deben estar en buenas condiciones para asegurar soldaduras de buena calidad, continuación de operación y seguridad para el personal. Las máquinas de soldar deben ser operadas dentro de los rangos de voltaje e intensidad de corriente recomendada por el fabricante para cada tipo y tamaño de electrodo y la clase de soldadura por efectuar.

### b) Examen y competencia de los soldadores.

Todo soldador que intervenga en la construcción debe ser previamente examinado, para que se le permita soldar la tubería o cualquier otro aditamento a ella si resultase aprobado en el examen.

El examen a cada soldador debe hacerse como sigue: Hará una soldadura en tubería de diámetro, espesor y especificaciones de la clase de tubo que se empleará en la construcción del gasoducto, usando para ello "carretes" de dicha tubería y la misma clase de electrodos y condiciones que se emplearían en la construcción. El soldador al examinarse debe emplear la misma técnica de soldar y el mismo procedimiento que seguirá en la línea en caso de que saliese aprobado.

De la soldadura de prueba (carrete soldado), -

debe cortarse probetas en número máximo de 12, dependiendo del diámetro del tubo en la forma siguiente:

| DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO     | No. DE PROBETAS |
|--------------------------------|-----------------|
| 114.30 mm. (4") y menor        | 4               |
| 168.30 mm. (6") a 323.90 (12") | 6               |
| 335.60 mm. (14") y mayor       | 12              |

Las pruebas deben tomarse como se indica.

Las probetas para determinar el esfuerzo a la tensión, deben romperse en el metal base, fuera de la zona de fusión. Por último, las que son sometidas a prueba de sanidad, deben mostrar una completa fusión y penetración en todo el espesor de la probeta y no mostrar inclusiones de escoria, bolsas de gas, quemaduras o cualquier otro defecto, en número y tamaño mayores de los permitidos.

c) Métodos de prueba y resultados.

Las probetas para prueba deben ser como se muestra y los resultados serán como se indica a continuación:

Para la prueba de tensión si dos o más probetas se rompen en la soldadura o en la zona de fusión, antes de alcanzar el esfuerzo de ruptura del metal base, el soldador es descalificado.

La prueba de sanidad debe mostrar completa penetración y fusión en todo el espesor de la probeta. La superficie expuesta debe mostrar como máximo 6 bolsas de gas en 645 mm.

(una pulgada cuadrada), con dimensión máxima que no exceda de 1.58 mm. (1/16"). Las inclusiones de escoria no deben ser mayores de 0.79 mm. (1/32") de profundidad ó 1.58 mm. (1/16") de ancho y separadas entre sí por lo menos 12.70 mm. (1/2") de metal sano. La prueba de doblado es aceptable si en el metal de la soldadura o en la zona de fusión no se presentan grietas u otros defectos que excedan de 3.17 mm. (1/8") en cualquier dirección después del doblado.

d) Alineamiento de los tubos.

Antes de alinear cada uno de los tubos para soldarse, deben ser cuidadosamente limpiados de su bisel, quitándole toda materia extraña y secándolo, para lograr una soldadura perfecta.

El alineamiento se hace por medio de un alineador-expansor neumático o mecánico interno dejando una abertura de raíz de 0.79 mm. (1/32") a 1.58 mm. (1/16"), de tal manera que asegure una completa penetración de la soldadura sin ocasionar quemaduras.

e) Sistema de soldar.

Con el alineador debidamente colocado y el tractor con pluma lateral inmóvil, sosteniendo al tubo a una altura mínima de 400 mm. (16") sobre el terreno (ésto es con el objeto de que los soldadores tengan un mayor movimiento de su brazo); se debe aplicar el primer paso o cordón de soldadura (fondeo), por medio de dos soldadores simultáneamente (en tubería de 254 mm. de diáme--

tro exterior y mayor), empezando en cuadrantes diametralmente opuestos, con el objeto de que el calor se reparta simétricamente - en toda la unión y así evitar grietas, por contracciones al enfriarse la soldadura.

Después del primer cordón, una vez que se - limpia perfectamente, es aplicado un segundo cordón (paso caliente), con el fin de reforzar el fondeo y remover toda la escoria, esencialmente las líneas de escoria que hayan quedado en el primer cordón. Este segundo paso se aplicará igualmente por dos soldadores y en las mismas condiciones que el fondeo.

Enseguida se limpia perfectamente el segundo cordón, para que sean aplicados los cordones de relleno y por último el cordón de acabado o de vista. Este último paso debe ser aplicado en tal forma, que nos permita tener una unión terminada con un refuerzo - no menor de 0.79 mm. (1/32") y no mayor de 1.58 mm (1/16") y cuyo ancho debe ser de - 3.17 mm. (1/8") mayor que el ancho de la ranura original.

f) Calidad de la soldadura.

La resistencia a la tensión de la soldadura nunca debe ser menor que la resistencia a la tensión del material base. La sanidad de las soldaduras debe ser tal, que todas las probetas que se corten de una unión del gasoducto, muestran completa penetración y fusión en - todo el espesor de la soldadura. La ductili

dad de la soldadura tiene que ser tal que -  
manifieste un alargamiento mínimo del 20% -  
al doblar las probetas a un ángulo mínimo -  
de 90° sin fracturas.

El soldado no se efectuará cuando la calidad  
de la soldadura sea afectada por las condi-  
ciones prevaecientes del tiempo, incluyen-  
do humedad arrastrada por vientos, tolvane-  
ras, tiempo y frío y vientos fuertes. El -  
manejo de secciones de tubería no se permiti-  
rá hasta que las soldaduras estén suficien-  
temente frías.



FIG. XXIII.= Máquina Soldadora; el personal  
que labora en el frente de solda-  
dura es altamente especializado.

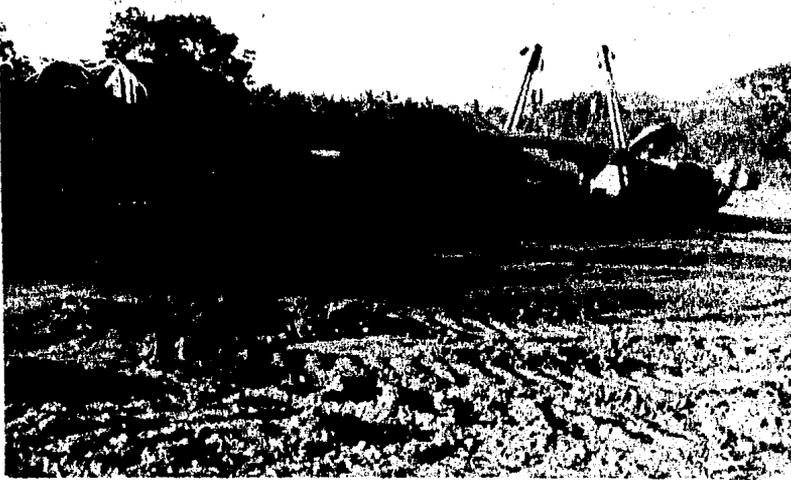


FIG. XXIV.- Frente de Soldadura



XXV.= Soldadura Semiautomática  
( alineador debidamente colocado )



XXVI.= Soldado de Tuberfa



XXVII.= El soldador debe ser especializado para asegurar soldaduras de buena calidad.

## PARAMETROS DE SOLDADO

Los parámetros usados son, velocidad de avance de la máquina soldadora, velocidad de alimentación de alambre, voltaje, oscilación de la cabeza soldadora y distancia del contacto al trabajo.

De todos éstos, los parámetros fundamentales son la velocidad de la máquina y la de la alimentación del alambre, las demás sin dejar de ser importantes no se alteran importantemente cuando se busca el ajuste del equipo.

En todos los pasos, una velocidad de avance baja puede ocasionar quemadura de los metales y una velocidad de avance más alta, una falta de fusión. En el caso de la alimentación del alambre, una alimentación demasiado rápida ocasiona quemaduras y una alimentación muy baja falta de material de depósito y por ende de fusión. Las velocidades se ajustan para lograr los resultados deseados y se mantienen constantes una vez obtenidos estos resultados.

La oscilación se ajusta también en una cierta medida para lograr que exista una adecuada fusión en las paredes del bisel y para evitar que una oscilación excesiva vaya a quemar el bisel.

## INSPECCION DE LA SOLDADURA

Como es de vital importancia que las uniones de la tubería presenten una óptima calidad en sus soldaduras - a continuación describimos los métodos de inspección utilizados para comprobar la eficiencia de las juntas soldadas:

a) Métodos de inspección destructivas:

Pruebas de tensión directa  
Pruebas de dobléz guiado

b) Métodos de inspección no destructivas:

Inspección visual  
Inspección radiográfica  
Método de magna flux  
Método con pruebas ultrasónicas  
Inspección por medio de aceite penetrante

### PRUEBAS DE TENSION DIRECTA

Las pruebas de tensión directa son hechas para medir la resistencia a la tensión de las juntas, mismas - que deberán tener una resistencia a la ruptura mayor que la resistencia a la ruptura especificada para el material base.

### PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO.

La prueba de dobléz guiado se hace para verificar el grado de solidez y ductibilidad de las soldaduras, - las probetas se cortarán del tubo de prueba, las superficies cortadas se denominan costados de probeta, llamándose las - otras dos superficies cara y raíz. La superficie llamada ca ra tiene el ancho mayor de la soldadura, los dobleces hechos en la probeta pueden ser de 5 tipos:

Doblez transversal de costado  
Doblez transversal de cara  
Doblez transversal de raíz  
Doblez longitudinal de cara  
Doblez longitudinal de raíz

Para aceptarse, las probetas no deberán tener -  
fracturas o aberturas que excedan 3.17 mm. (1/8") medidas -  
en cualquier dirección de la superficie cambiada.

#### INSPECCION VISUAL.

El método de inspección visual es el más amplia-  
mente usado, debido a su simplicidad, bajo costo y rapidez-  
de aplicación. Por medio de este método es posible prede-  
cir, en cierto grado el comportamiento de la junta durante-  
su período de servicios, por medio de una observación cuida-  
dosa hecha por inspectores debidamente preparados.

Para tener una base adecuada con que juzgar la -  
calidad de una soldadura, la inspección visual debe compren-  
der todas las etapas del proceso de soldadura; el material-  
debe ser examinado antes, durante el proceso y una vez ter-  
minada la junta, los tubos deben ser examinados antes de -  
ser soldados, sobre todo en las caras o preparaciones en las  
que se efectuará la junta, con objeto de determinar hojeadu-  
ras, incrustaciones de elementos extraños o algún otro de-  
fecto que haya sido localizado en la inspección de la tube-  
ría en la planta.

El examen de la junta durante el proceso de la -  
soldadura, da una buena información de su calidad. Debe vi-  
gilarse el tipo de polaridad de la corriente, que la inten-  
sidad y el voltaje usados estén de acuerdo con las especifi-  
caciones para el tipo de trabajo de la junta y exigirse el-

uso de electrodos adecuados.

En las soldaduras terminadas es posible tener idea de su calidad por su apariencia externa. Los filetes deben tener los perfiles aceptados por el código de la A. W.S.

#### INSPECCION RADIOGRAFICA.

La inspección radiográfica sirve para mostrar la presencia y naturaleza de algunos de los defectos que existen en el interior de la soldadura, en ella se usan la capacidad que tienen las radiaciones de onda corta, como los rayos "X" y los rayos gamma para pasar a través de objetos opacos, en general mientras menor sea la longitud de la onda, es mayor su poder de penetración.

No toda la radiación pasa a través de la soldadura, parte es absorbida, dependiendo la absorción de la densidad y espesor de ésta. Si existe una cavidad en la soldadura, tal como burbuja de gas o en material menos denso incrustado, que puede ser escoria, la radiación tiene que atravesar menos metal que cuando se trata de una soldadura sana, reduciéndose la absorción de los rayos en la zona defectuosa. La variación en la intensidad de la radiación se registra en la película sensitiva colocada en el lado opuesto de la soldadura a aquel en que insiden los rayos emitidos por una fuente apropiada.

Las regiones de menor densidad aparecen impresas en la película, como zonas más oscuras, pudiéndose determinar con una interpretación adecuada, el tipo de defectos existentes. La radiografía no pone de relieve la presencia de grietas microscópicas, pero es un excelente medio de de-

terminar la existencia de porosidades, inclusiones de escoria, faltas de penetración, faltas de fusión y grietas microscópicas.

Los poros o burbujas de gas aparecen como puntos oscuros más o menos redondos y aislados, las inclusiones de escoria tienen formas más irregulares. La falta de penetración se aprecia como una línea oscura más o menos delgada interrumpida o continua generalmente sobre el centro de la soldadura. La falta de fusión se observa como una franja un poco más ancha y más frecuentemente en los bordes de la soldadura. Las grietas aparecen como rayos en cualquier dirección.

Lo anterior es solamente una indicación de la forma en que quedan registrados los defectos ya que las interpretaciones de las radiografías deben ser hechas por personas enteradas que conozcan el proceso y método seguido en la elaboración de las soldaduras, objeto de la inspección.

Como fuente emisora puede usarse un aparato de rayos "X", que da radiografías de gran contraste y nitidez. Los aparatos comerciales son caros y difíciles de colocar y mover, por lo que sólo son útiles en algunos casos especiales, sobre todo cuando se trata de placas de pequeño espesor. En la radiografía industrial, es más frecuente el uso de fuentes emisoras de radiaciones constituidas por pequeñas cápsulas de polvo radioactivo que son subproducto de los reactores atómicos.

Generalmente se usan en cápsulas de cesium o cobalto 60 que emiten radiaciones muy penetrantes llamados

rayos gamma, los cuales atraviesan fácilmente placas de espesor considerable. Comercialmente estas cápsulas tienen intensidades de 3 a 5 unidades curie, son fáciles de transportar y colocar aún en lugares estrechos o poco accesibles su manejo y almacenamiento requiere un cuidado especial, - el operador debe ir protegido con peto y guantes que tienen delgadas placas de plomo, debe estar provisto de un aparato que registre las radiaciones absorbidas por él limitándose la cantidad diaria o semanal que puede admitir.

En México estas cápsulas son controladas por la Comisión de Energía Nuclear, periódicamente los depósitos son registrados con contadores Geiger, marcando las zonas peligrosas a su alrededor.

#### METODO DE MAGNA FLUX.

El método de magna flux es aplicable para la localización de grietas y discontinuidades en la superficie de la soldadura o muy cerca de ella, para encontrar este defecto se induce un campo magnético en la pieza por medio de una corriente eléctrica de alto amperaje, esto se logra enrollando un alambre en la pieza y conectándolo a una máquina soldadora, que produce una corriente con las características requeridas. Sobre la zona a inspeccionar, se riega limadura o polvo de hierro, cuando alguna grieta u otro tipo de discontinuidad interrumpe el campo, las partículas magnéticas se acumulan en los bordes formando una línea, marcando el defecto.

#### METODO CON PRUEBA ULTRASONICA.

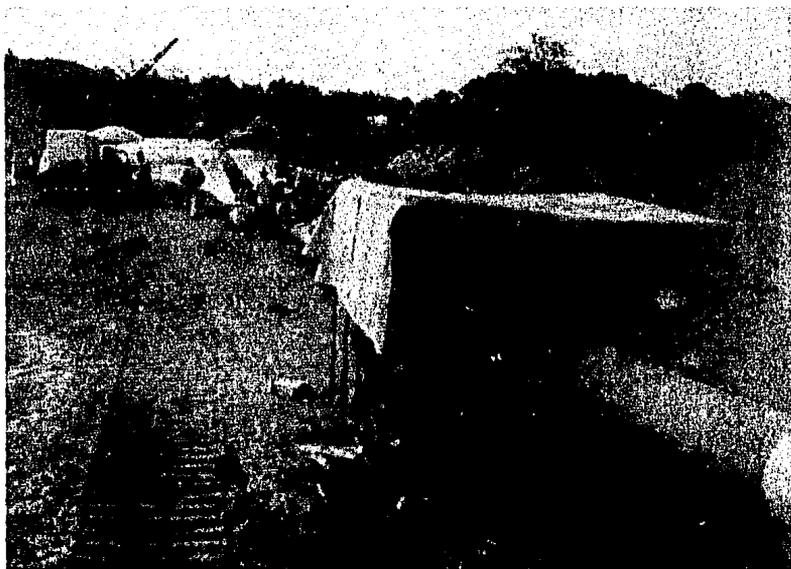
Las vibraciones ultrasónicas son usadas para lo

calizar pequeños defectos interiores en objetos metálicos-ferrosos o no ferrosos, plásticos, etc., la onda se origina por medio de una vibración mecánica muy rápida y se propaga sin pérdidas apreciables en un material homogéneo, reflejándose cuando encuentra una discontinuidad en el material. La gamma de frecuencias emitida, varía de 0.5 millones de ciclos por segundo, formando un haz delgado que permite la localización aún de pequeños defectos.

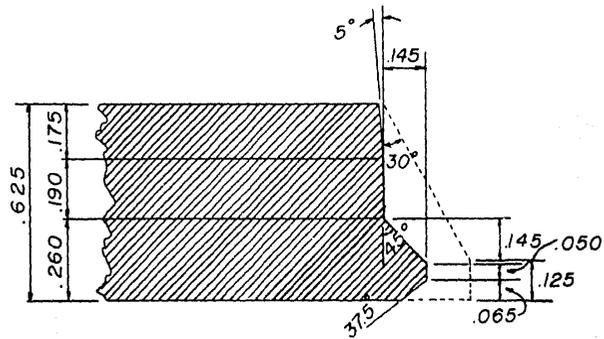
#### INSPECCION POR MEDIO DE ACEITE PENETRANTE.

La inspección por medio de aceite penetrante - sirve para poner de manifiesto defectos superficiales, generalmente son preparaciones coloreadas que al aplicarse - marcan la presencia de grietas u otros defectos similares, como se pueden apreciar en las notas anteriores. La inspección juega un papel preponderante para la producción de buena soldadura, ya que las soldaduras defectuosas son las principales causas de las fallas en las tuberías actualmente en servicio.

Con el fin de evitar que la tubería se dañe con las dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura, se debe limitar la longitud máxima de las secciones soldadas de tubería (lingadas) de acuerdo con el diámetro de la misma, el clima del lugar y la organización de la compañía constructora. Normalmente se dejan lingadas de 3 km. de longitud aproximadamente y completamente selladas en sus extremos, con el objeto de evitar que se introduzca algún animal o cualquier otro objeto extraño.

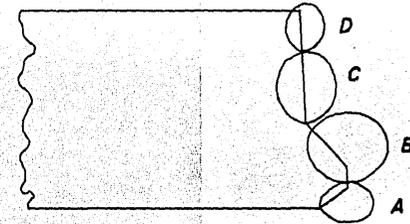


XXVIII.= Soldado de Tubería lastrada, al fondo se aprecia una Unidad Radiográfica de Prueba.

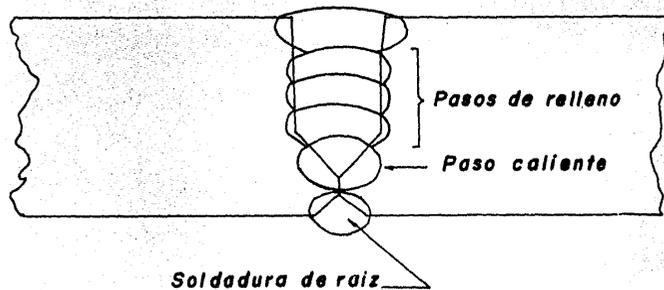


- Bisel de fabrica
- ▨ Bisel para soldadura automatica

DETALLE DEL BISEL



ZONAS DEL BISEL



CORDONES DE SOLDADURA

|   |
|---|
| TESIS PROFESIONAL                                       |
| SERGIO ACEVES BORBOLLA<br>JULIO JOSE ARGÜELLES CARDENAS |
| Universidad Nacional Autonoma de México                 |
| FACULTAD DE INGENIERIA                                  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 719-306 DOBLADO DE TUBERIA RECTA EN CURVAS, PARA  
 FORMAR BAYONETAS VERTICALES Y/O HORIZONTALES-TUB. 10" DIAM.

UNIDAD CURVA

|  |          | M A T E R I A L E S |               |          |          |
|--|----------|---------------------|---------------|----------|----------|
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | COSTO DIRECTO | IMPORTE  |          |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |          |                     | \$            | 0.0      |          |
|  |          | M A N O D E O B R A |               |          |          |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | SALARIO       | IMPORTE  |          |
| CABO DE OFICIOS                              | 0.10     | JOR.                | 4007.92       | 400.79   |          |
| OPERADOR ESPTA.                              | 0.50     | JOR.                | 3331.88       | 1665.94  |          |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                        | 2.00     | JOR.                | 1834.11       | 3668.22  |          |
| RENDIMIENTO:                                 | 62.320   | CURVA/JOR           | SUMA:         | \$       | 5734.95  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |          |                     | \$            | 92.02    |          |
|  |          | M A Q U I N A R I A |               |          |          |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | RENTA         | IMPORTE  |          |
| ZAPATAS P/TUBERIA 10"                        | 4.80     | HR.                 | 572.66        | 2748.77  |          |
| TRACTOR TIENDETUBOS 572                      | 4.80     | HR.                 | 3634.00       | 17443.20 |          |
| RENDIMIENTO:                                 | 62.320   | CURVA/JOR           | SUMA:         | \$       | 20191.96 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |          |                     | \$            | 324.00   |          |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |          |                     | \$            | 416.03   |          |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |          |                     | \$            | 122.73   |          |
| S U M A :                                    |          |                     | \$            | 538.76   |          |
| UTILIDAD (5 %)                               |          |                     | \$            | 26.94    |          |
| PRECIO UNITARIO                              |          |                     | \$            | 565.69   |          |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 698-030 DOBLADO ALINEADO Y SOLDADO DE TUBERIA DE 10"  
Y 0.280 DE ESPESOR DE PARED

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE   |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|-----------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |           |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 80.0000             | KG.  | 255.00        | 20400.00  |
| OXIGENO                               | 20.0000             | M3.  | 166.00        | 3320.00   |
| ACETILENO                             | 7.0000              | KG.  | 562.00        | 3934.00   |
| MADERA                                | 450.0000            | P.T. | 46.00         | 20700.00  |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 10.0000             | PZA. | 458.80        | 4588.00   |
| ANTICORROSIVO P/DISELES               | 2.0000              | LTS. | 360.00        | 720.00    |
| CARDAS CIRCULARES                     | 6.0000              | PZA. | 1860.70       | 11164.20  |
| CARBON ARC-AIR                        | 60.0000             | PZA. | 53.00         | 3180.00   |
| CABLE PORTAELEC. 00                   | 12.0000             | M.   | 1870.00       | 22440.00  |
| CABLE PORTAELEC. 0                    | 4.5000              | M.   | 1200.00       | 5400.00   |
| CARDAS PLASTICAS                      | 6.0000              | PZA. | 2900.00       | 17400.00  |
| CABLE DE ACERO                        | 15.0000             | M.   | 556.00        | 8340.00   |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | 6             | 121586.19 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |       |         | IMPORTE   |
|--|---------------------|-------|---------|-----------|
|  | CANTIDAD            | UND.  | SALARIO |           |
| OBREIRO GENERAL                        | 5.00                | JOR.  | 1555.84 | 7779.20   |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 10.00               | JOR.  | 1834.11 | 18341.10  |
| CABO DE SEGUNDA                        | 3.00                | JOR.  | 1952.83 | 5858.49   |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 7.00                | JOR.  | 2464.46 | 17251.22  |
| OFERADOR ESPTA.                        | 4.00                | JOR.  | 3331.88 | 13327.52  |
| SOBRESTATANTE DE 1A.                   | 3.00                | JOR.  | 2904.95 | 8714.85   |
| CABO DE OFICIOS                        | 2.00                | JOR.  | 4007.92 | 8015.84   |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 10.00               | JOR.  | 4007.92 | 40079.20  |
| RENDIMIENTO: 2.574                     | KM/JOR              | SUMA: | 9       | 119367.31 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |       | 6       | 46374.26  |

| DESCRIPCION             | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE  |
|-------------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                         | CANTIDAD            | UND. |         |          |
| TRACTOR TIENDETUBOS 572 | 19.20               | HR.  | 3634.00 | 69772.75 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 698-030 DOBLADO ALINEADO Y SOLDADO DE TUBERIA DE 10"  
 Y 0.280 DE ESPESOR DE PARED

| UNIDAD                                       | KM    | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE      |
|--|-------|---------------------|------|---------|--------------|
| DESCRIPCION                                  |       | CANTIDAD            | UND. |         |              |
| COMPRESOR 325 PCM                            |       | 9.60                | HR.  | 899.37  | 8633.95      |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       |       | 9.60                | HR.  | 980.07  | 9408.67      |
| CAMIONETA ESTACAS                            |       | 48.00               | HR.  | 680.11  | 32645.27     |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         |       | 96.00               | HR.  | 270.68  | 25985.27     |
| REMOLQUE CAJA CERRADA                        |       | 9.60                | HR.  | 234.14  | 2247.74      |
| ALINEADOR INTERIOR 10"                       |       | 19.20               | HR.  | 817.89  | 15703.48     |
| ALINEADOR EXTERIOR 10"                       |       | 19.20               | HR.  | 5.61    | 107.71       |
| ESMERILADORA                                 |       | 115.20              | HR.  | 6.37    | 733.82       |
| BISELADORA DE BANDA                          |       | 19.20               | HR.  | 15.43   | 296.26       |
| ZAPATAS P/TUBERIA 10"                        |       | 9.60                | HR.  | 572.66  | 5497.53      |
| CAMION WINCHE 3 TON.                         |       | 9.60                | HR.  | 1243.93 | 11941.73     |
| RENDIMIENTO:                                 | 2.574 | KM/JOR              |      | SUMA:   | \$ 182973.88 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      |         | \$ 71085.44  |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      | \$      | 239045.88    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      | \$      | 70518.50     |
| S U M A :                                    |       |                     |      | \$      | 309564.38    |
| UTILIDAD (5%)                                |       |                     |      | \$      | 15478.21     |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      | \$      | 325042.56    |

## LASTRADO DE TUBERIA.

Cuando la línea atravesará una zona con presencia de agua (río, laguna, pantano, mar, zona inundable, etc.) es necesario darle un peso extra a la tubería.

El peso extra debe ser suficiente para contrarrestar el empuje hidrostático (principio de Arquímedes). Este problema se resuelve mediante el uso de contrapesos de concreto armado, colocados en la tubería, o bien mediante el proceso de lastrado de toda la tubería.

CONTRAPESOS; éstos serán de concreto armado y se fabricarán en la zona donde el constructor lo decida, para que sean superpuestos a la tubería una vez que ésta se encuentre alojada en la zanja.

Los contrapesos pueden tener diferente forma geométrica, serán colocados en el lomo de la tubería, e impedirán que la lingada flote.

El cálculo del contrapeso está basado en el "Principio de Arquímedes", buscando que la densidad del conjunto, formado por la tubería, contrapesos y aire atrapado, sea mayor que la del agua.

Otro procedimiento para darle mayor peso a la tubería consiste en recubrir el tubo con concreto armado. Generalmente el concreto armado se forma con agregados de alta densidad (residuos de mineral de hierro) y como refuerzo se usa malla de alambre galvanizado, hexagonal.

El cálculo del recubrimiento, se basa en el mismo "Principio de Arquímedes" y la colocación de este recu-

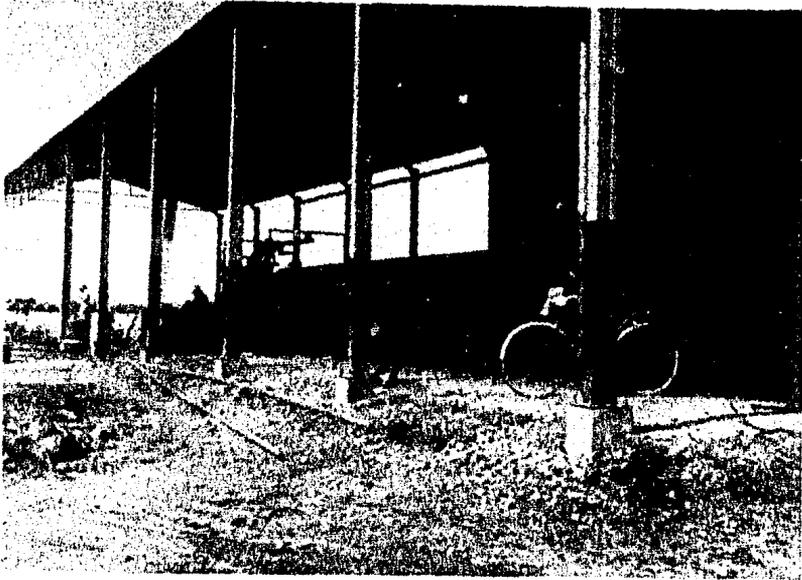
brimiento puede ser por medio de formas metálicas usadas - como cimbra y colocadas en el sitio, o en plantas mecaniza das que realizan todo el proceso.



XXIX.= Contrapesos de Concreto armado



XXX.= Contrapesos superpuestos a la tubería ya alojada en la zanja.



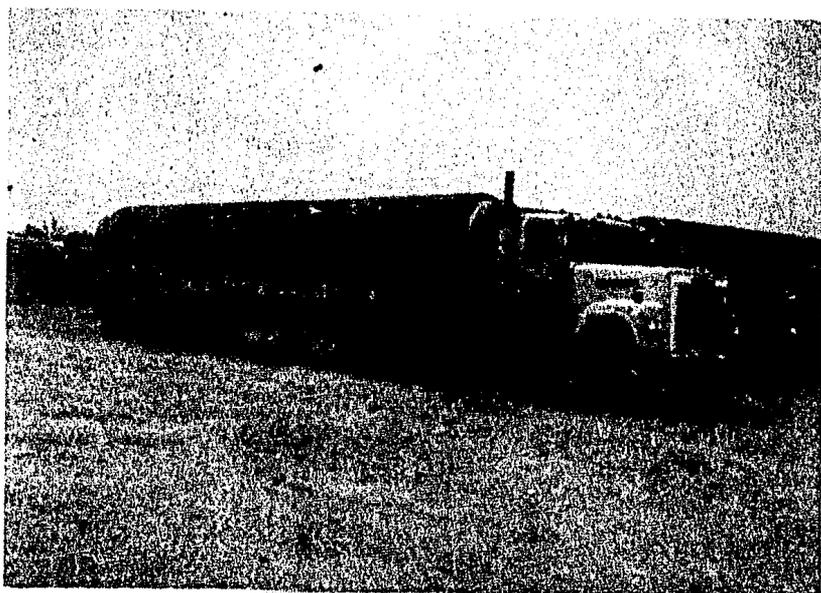
XXXI.= Planta de Pintura y Esmalte de Tubería



XXXII.= Planta de Lastrado de Tubería  
( residuos de mineral de hierro,  
cemento y agua )



XXXIII.= Tubería lastrada de 48"  $\varnothing$



XXXIV.= Transporte por medio de plataforma  
y tractocamión de Tubería Lastrada.

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 721-062 REVESTIMIENTO DE CONCRETO PARA LASTRE  
 EXTERIOR TUB. DE ACERO 10 3/4" DE DIAM.

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE.    |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|-------------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |             |
| MALLA HEXAGONAL                       | 966.0000            | M2.  | 200.00        | 193200.00   |
| CEMENTO EN SACOS                      | 20.0500             | TON. | 7950.00       | 159397.38   |
| GRAVA                                 | 15.0000             | M3.  | 650.00        | 9750.00     |
| ARENA                                 | 15.0000             | M3.  | 650.00        | 9750.00     |
| MEMBRANA DE CURADO                    | 249.0000            | LTS. | 77.35         | 19260.14    |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |               | 6 391357.50 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| CABO DE OFICIOS                        | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92     |
| SOBRESTANTE DE 2A.                     | 2:00                | JOR. | 2688.32 | 5376.64     |
| ODRERO GENERAL                         | 4.00                | JOR. | 1555.84 | 6223.36     |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 2.00                | JOR. | 2464.46 | 4928.92     |
| RENDIMIENTO: 0.108                     | KM/JOR              |      | SUMA: 6 | 20536.83    |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | 6 190155.88 |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 9.60                | HR.  | 980.07  | 9408.67     |
| CAMION VOLTEO 6 M3                           | 9.60                | HR.  | 1007.24 | 9669.50     |
| REVOLVEDORA P/CONCRETO                       | 9.60                | HR.  | 136.22  | 1307.71     |
| RENDIMIENTO: 0.108                           | KM/JOR              |      | SUMA: 6 | 20385.88    |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | 6 188758.13 |

|                                |   |            |
|--------------------------------|---|------------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | 6 | 770271.50  |
| INDIRECTOS (29.50%)            | 6 | 227230.00  |
| S U M A                        | 6 | 997501.50  |
| UTILIDAD (5 %)                 | 6 | 49875.07   |
| PRECIO UNITARIO                | 6 | 1047376.56 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 702-039 LANZAMIENTO DE TUBERIA LASTRADA 10 " DIAM.  
X 0.5000" ESPESOR DE PARED

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE   |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|-----------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |           |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 200.0000            | KG.  | 255.00        | 51000.00  |
| MADERA                                | 900.0000            | P.T. | 46.00         | 41400.00  |
| OXIGENO                               | 5.0000              | M3.  | 166.00        | 830.00    |
| ACETILENO                             | 127.0000            | KG.  | 562.00        | 71374.00  |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 6.0000              | PZA. | 458.80        | 2752.80   |
| CARDAS CIRCULARES                     | 3.0000              | PZA. | 1860.70       | 5582.10   |
| CARDON ARC-AIR                        | 4.0000              | PZA. | 53.00         | 212.00    |
| CABLE PORTAELEC. 00                   | 20.0000             | M.   | 1870.00       | 37400.00  |
| CARDAS PLASTICAS                      | 3.0000              | PZA. | 2900.00       | 8700.00   |
| TAMBOR 200 LTS.                       | 100.0000            | PZA. | 980.00        | 176400.00 |
| FLEJE                                 | 300.0000            | KG.  | 98.00         | 29400.00  |
| GRAPAS                                | 1008.0000           | PZA. | 3.00          | 3024.00   |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | 6             | 428074.81 |

| DESCRIPCION           | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE  |
|-----------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                       | CANTIDAD            | UND. |         |          |
| SOLDADOR ESPTA.       | 4.00                | JOR. | 4007.92 | 16031.68 |
| AYTE OP. ESPECIALISTA | 4.00                | JOR. | 1834.11 | 7336.44  |
| OPERADOR ESPTA.       | 4.00                | JOR. | 3331.88 | 13327.52 |
| AYTE OP. MECANICO     | 4.00                | JOK. | 1728.92 | 6915.68  |
| CHOFER-OP. 2A.        | 2.00                | JOR. | 2464.46 | 4928.92  |
| SOBRESTANTE DE 2A.    | 1.00                | JOR. | 2688.32 | 2688.32  |
| OPERARIO ESPTA.       | 1.00                | JOR. | 3738.80 | 3738.80  |
| CABO DE SEGUNDA       | 1.00                | JOR. | 1952.83 | 1952.83  |
| AYTE OP. ESPECIALISTA | 4.00                | JOR. | 1834.11 | 7336.44  |
| OBRAERO GENERAL       | 10.00               | JOR. | 1555.84 | 15558.40 |
| OPERADOR ESPTA.       | 2.00                | JOR. | 3331.88 | 6663.76  |
| CABO DE OFICIOS       | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92  |

RENDIMIENTO: 1.869 KM/JOR SUMA: \$ 90486.63  
SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA \$ 48414.47

| DESCRIPCION             | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE  |
|-------------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                         | CANTIDAD            | UND. |         |          |
| TRACTOR TIENDETUBOS 572 | 19.20               | HR.  | 3634.00 | 69772.75 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 702-039 LANZAMIENTO DE TUBERIA LASTRADA 10 " DIAM.  
 X 0.5000" ESPESOR DE PARED

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |        | RENTA    | IMPORTE   |
|--|---------------------|--------|----------|-----------|
|  | CANTIDAD            | UND.   |          |           |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 38.40               | HR.    | 270.68   | 10394.11  |
| ROLES DE LANZAMIENTO                         | 76.80               | HR.    | 579.18   | 44481.01  |
| ALINEADOR INTERIOR 10"                       | 9.60                | HR.    | 817.89   | 7851.74   |
| COMPRESOR 325 PCM                            | 9.60                | HR.    | 899.37   | 8633.95   |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 9.60                | HR.    | 980.07   | 9406.67   |
| CAMIONETA PICK-UP                            | 9.60                | HR.    | 512.31   | 4918.17   |
| BISELADORA DE BANDA                          | 9.60                | HR.    | 15.43    | 148.13    |
| EQUIPO OXICORTE                              | 9.60                | HR.    | 10.29    | 395.14    |
| ESMERILADORA                                 | 38.40               | HR.    | 6.37     | 611.52    |
| CALDERA 10 BARRILES                          | 96.00               | HR.    | 168.78   | 1620.29   |
| ALINEADOR EXTERIOR 10"                       | 9.60                | HR.    | 5.61     | 107.71    |
| PLANTA DE LUZ 30 KW                          | 19.20               | HR.    | 265.22   | 2546.11   |
| REMOLQUE CAJA CERRADA                        | 9.60                | HR.    | 234.14   | 4495.48   |
|  | 19.20               | HR.    |          |           |
| RENDIMIENTO: 1.869                           |                     | KM/JOR | SUMA: \$ | 165386.38 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |        | \$       | 88488.13  |
|  |                     |        | \$       | 564977.38 |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |                     |        | \$       | 166668.25 |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |                     |        | \$       | 731645.63 |
| S U M A :                                    |                     |        | \$       | 36582.28  |
| UTILIDAD (5 %)                               |                     |        | \$       | 768227.88 |
| PRECIO UNITARIO                              |                     |        |          |           |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 696-880 ACARREO DE TUBERIA LASTRADA, SUBSECUENTE  
 AL PRIMER KM. EN PLATAFORMA REMOLCABLE DE 10.1 A 40 KMS.  
 PAVIMENTO

UNIDAD KM-KM

| DESCRIPCION                           |  | M A T E R I A L E S    |  | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE  |
|---------------------------------------|--|------------------------|--|----------|------|---------------|----------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |  |                        |  |          |      | 6             | 0.0      |
| DESCRIPCION                           |  | M A N O D E O B R A    |  | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE  |
| CHOFER-OP. 2A.                        |  |                        |  | 1.00     | JOR. | 2464.46       | 2464.46  |
| RENDIMIENTO: 149.567                  |  | KM-KM/JOR              |  |          |      | SUMA: 6       | 2464.46  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE                 |  | POR MANO DE OBRA       |  |          |      |               | 16.48    |
| DESCRIPCION                           |  | M A Q U I N A R I A    |  | CANTIDAD | UND. | RENTA.        | IMPORTE  |
| TRACTOCAMION                          |  |                        |  | 9.60     | HR.  | 1863.15       | 17886.23 |
| PLATAFORMA DE 30 TON                  |  |                        |  | 9.60     | HR.  | 303.96        | 2918.02  |
| RENDIMIENTO: 149.567                  |  | KM-KM/JOR              |  |          |      | SUMA: 6       | 20804.25 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE                 |  | DE MAQUINARIA Y EQUIPO |  |          |      |               | 139.10   |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)        |  |                        |  |          |      | 6             | 155.57   |
| INDIRECTOS (29.50%)                   |  |                        |  |          |      | 6             | 45.89    |
| S U M A :                             |  |                        |  |          |      | 6             | 201.47   |
| UTILIDAD (5 %)                        |  |                        |  |          |      | 6             | 10.07    |
| PRECIO UNITARIO                       |  |                        |  |          |      | 6             | 211.54   |

## PROTECCION ANTICORROSIVA

La corrosión es el principal destructor de tuberías, las reparaciones son costosas y las interrupciones de servicio reducen ingresos.

Las principales causas de corrosión son los suelos que contienen productos químicos que producen reacciones electroquímicas y el agua presente en tuberías sumergidas en pantanos, lechos de río y cerca de las costas.

Los recubrimientos tienen la función principal de evitar que el agua entre en contacto con el acero de la tubería. Su efectividad se basa en su calidad y su durabilidad y el cuidado con que se aplica y el manejo que recibe antes de taparse.

Existe una gran variedad de materiales de recubrimiento, desde los más novedosos, que son cintas de polietileno hasta los esmaltes a base de brea de hulla que se aplican en caliente.

La protección anticorrosiva usada comúnmente en México consiste en:

- 1.- Pintura primaria.
- 2.- Esmalte anticorrosivo a base de brea de hulla.
- 3.- Malla de refuerzo (vidrioflex).
- 4.- Envoltura exterior (vidromat).

## PROCEDIMIENTO DE APLICACION

Los tiendetubos levantan el tubo de los polines de apoyo donde fué colocado durante la fase de soldadura. Antes de aplicar el recubrimiento, el tubo debe estar limpio. La máquina limpiadora y pintadora autopropulsada viaja a lo largo del tubo restregando las paredes exteriores. Este proceso retira todas las costras, el óxido, la tierra y otras materias extrañas, simultáneamente se aplica la capa de pintura primaria que es de secado rápido y cuya función principal es servir de liga entre el tubo y el esmalte. El personal del frente pinta con brocha cualquier lugar no cubierto con la máquina.

Detrás de la máquina de limpieza y pintura le sigue muy cerca una máquina esmaltadora que también es autopropulsora. Antes de cubrir el tubo con esmalte se retira todo el polvo. La máquina riega el esmalte sobre las paredes exteriores del tubo.

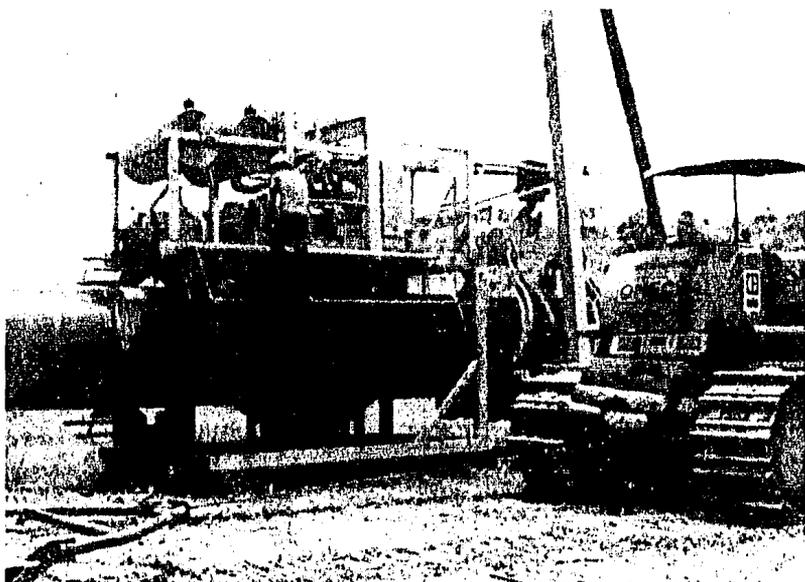
Las cabezas giradoras envuelven el tubo con la malla de refuerzo y la envoltura exterior, se mantiene una tensión suficiente para que la malla de refuerzo quede bien impregnada en el esmalte. La malla de refuerzo tiene la función de evitar el agrietamiento del esmalte, al enfriarse o debido a cambio de temperatura posteriores.

Una caldera tirada por un tiendetubos suministra el esmalte a la máquina esmaltadora a través de una manguera flexible de metal a temperaturas de 250 a 270°C.

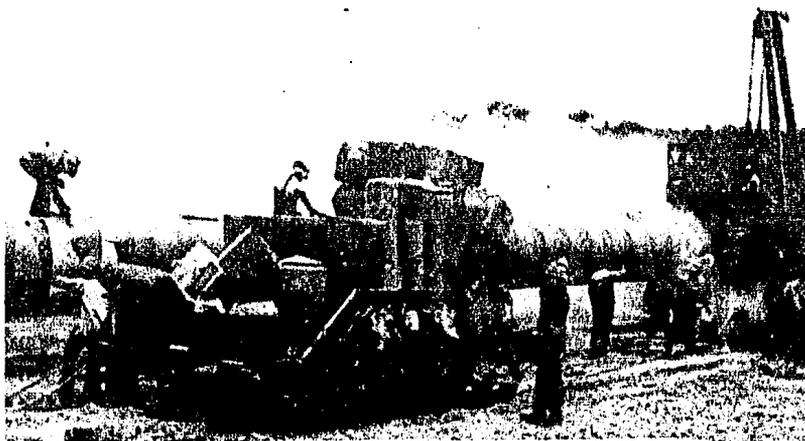
Un detector eléctrico de fallas se hace pasar sobre la superficie inmediatamente detras de la máquina es-

maltadora, descubriéndose así todos los defectos del recubrimiento mismos que se reparan manualmente.

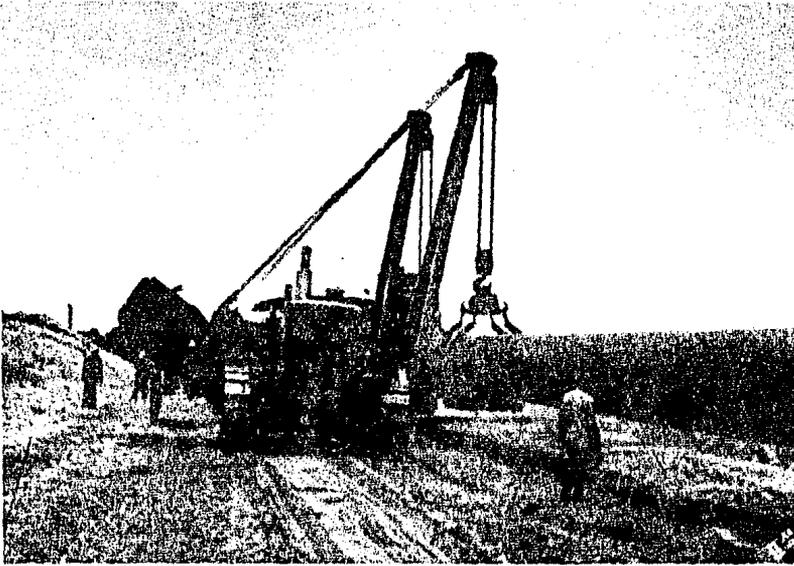
Finalmente la línea recubierta se coloca sobre polines de madera o sobre sacos rellenos de tierra para - permitir el enfriamiento y el endurecimiento del recubrimiento exterior.



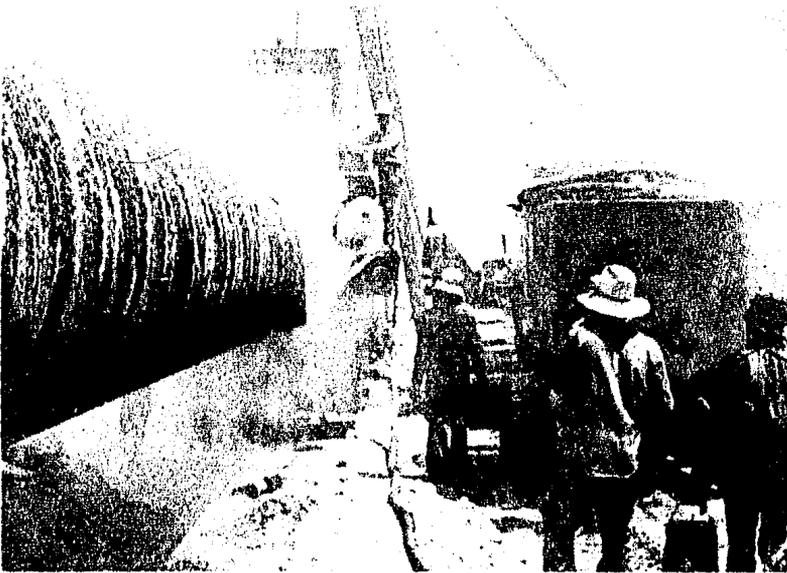
XXXV.= Máquina Esmaltadora y Envolvedora en operación.



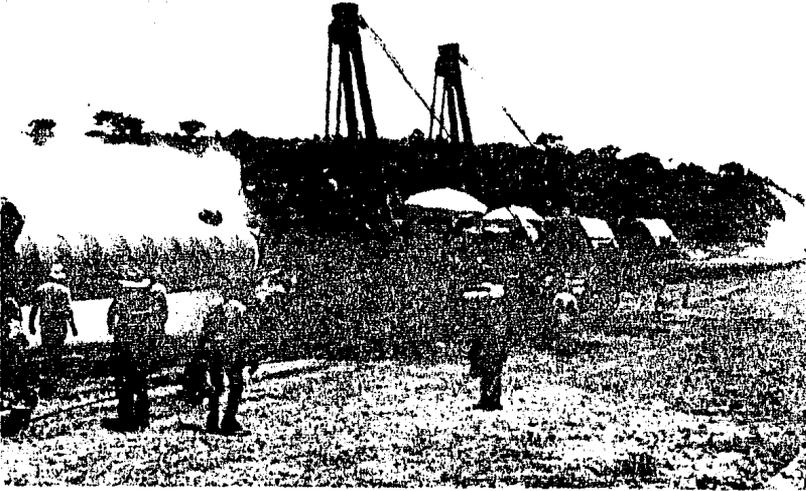
XXXVI.= Trineo con pintura y esmalte, al fondo se observa el tractor pluma levantando el tubo y la máquina envolvedora trabajando.



XXXVI I.= Tractor Pluma levantando la tubería



XXXVIII = Máquina envolvedora (vidrioflex,  
vidriomat, mats. anticorrosivos. )



XXXIX.= Caldera para Esmálte en operación



XL.= Tramo de tubería rasqueteada, esmaltada y envuelta en donde se aprecia la máquina despues de un turno de trabajo.

## BAJADO

El bajado es la operación necesaria para remover la tubería de sus apoyos de madera y colocarla en su posición final dentro de la zanja. La tubería no debe sufrir deformaciones permanentes en su eje longitudinal ni transversalmente.

Antes de bajar la tubería se prepara el fondo de la zanja quitando los obstáculos, piedras o irregularidades que signifiquen puntos de concentración de cargas que puedan dañar el revestimiento.

Dos ó más tiendetubos levantan la tubería y extienden la pluma. El primer tiendetubos abre la pluma solo unos pocos grados, pero el último debe de extenderla hasta el centro de la zanja y permitir que el tubo descienda poco a poco hasta el fondo. Hecho ésto, el último tiendetubos desengancha el tubo y pasa hasta adelante para levantar otra porción de tubo y así sucesivamente.

Al ser levantada la tubería de sus apoyos, se corre un detector eléctrico a lo largo de la tubería teniendo cuidado especial cuando se pasa por los puntos donde se encontraba apoyada la tubería y cualquier defecto del recubrimiento es reparado.

En los lugares excavados en roca, se prepara una capa especial de material suave que da apoyo al tubo. Puede ser tierra o arena suelta con espesor mínimo de 10 cm. En los casos en los que no se cuente con lo anterior, se puede hacer lo siguiente:

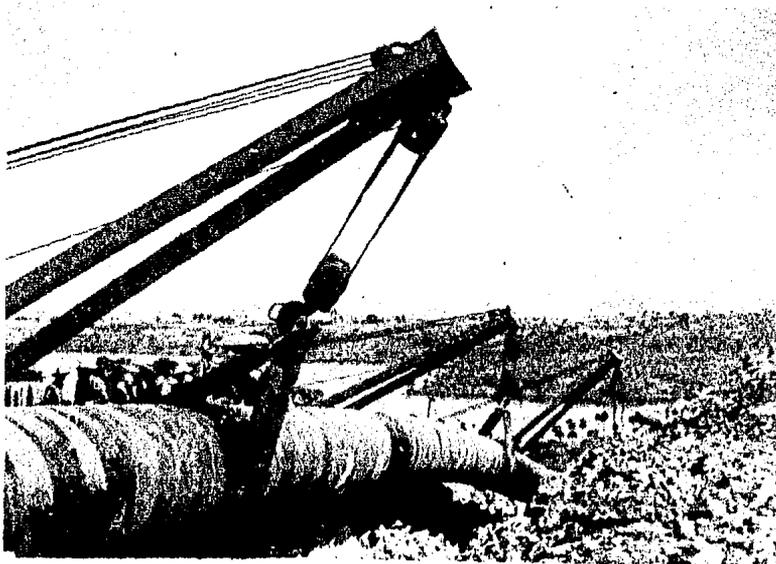
Se pueden colocar sacos de tierra o bordos a ca-

da 9 metros en la zanja para soportar el tubo.

La zanja puede ser rellena con roca suelta de tamaño (max. 1") hasta una altura de 10 cm. emparejando la superficie. Estos procedimientos requieren una mayor profundidad de la zanja para tener el espesor especificado, de la capa o colchón sobre la tubería.

También puede protegerse el recubrimiento de la tubería con una cubierta de 3/16" de espesor de cartón o fibra impregnada con asfalto conocida con el nombre de Rockshield. En este procedimiento no se necesita profundizar la zanja más allá de la excavación normal para proveer el espesor mínimo de colchón.

El bajado se hace cuidadosamente, empleando bandas de lona de 60 cms. de ancho. La maniobra se efectúa cuidando de no provocar esfuerzos a la tubería.



XLI.= Bajado de Tubería con Tractor Pluma

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 699-220 PROTECCION MECANICA Y BAJADO DE TUBERIA DE  
10"

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|---------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |               |         |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | \$            | 0.0     |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE    |
|--|---------------------|------|---------|------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |            |
| CABO DE OFICIOS                        | 2.00                | JOR. | 4007.92 | 8015.84    |
| OPERADOR ESPTA.                        | 2.00                | JOR. | 3331.88 | 6663.76    |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 5.00                | JOR. | 1834.11 | 9170.55    |
| SOBRESTANTE DE 1A.                     | 1.00                | JOR. | 2904.95 | 2904.95    |
| SOBRESTANTE DE 2A.                     | 1.00                | JOR. | 2688.32 | 2688.32    |
| AYTE.OP.ESPECIALISTA                   | 6.00                | JOR. | 2101.19 | 12607.14   |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 2.00                | JOR. | 2464.46 | 4928.92    |
| OBREIRO GENERAL                        | 12.00               | JOR. | 1555.84 | 18670.08   |
| RENDIMIENTO: 4.200                     | KM/JOR              |      | SUMA:   | 6 65649.50 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | 6 15630.83 |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| TRACTOR TIENDETUPOS 572                      | 28.80               | HR.  | 3634.00 | 104659.13   |
| CALDERA 30 BARRILES                          | 28.80               | HR.  | 577.32  | 16626.80    |
| ESMALTADORA PARA 10"                         | 9.60                | HR.  | 476.40  | 4573.44     |
| RASQUETEADORA 10"                            | 9.60                | HR.  | 382.60  | 3672.96     |
| CUNA DE RODILLOS 10"                         | 19.20               | HR.  | 95.37   | 1831.10     |
| DETECTOR DE FALLAS 10"                       | 19.20               | HR.  | 4.11    | 78.91       |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 9.60                | HR.  | 980.07  | 9408.67     |
| REMOLQUE CAJA CERRADA                        | 9.60                | HR.  | 234.14  | 2247.74     |
| PLANTA DE LUZ 15 KW                          | 9.60                | HR.  | 200.49  | 1924.70     |
| CAMION PIPA 8 M3                             | 9.60                | HR.  | 1119.35 | 10745.76    |
| CALDERA 10 BARRILES                          | 9.60                | HR.  | 168.78  | 1620.29     |
| BOMBA P/AGUA 4"                              | 9.60                | HR.  | 156.89  | 1506.14     |
| RENDIMIENTO: 4.200                           | KM/JOR              |      | SUMA:   | 6 158895.31 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | 6 37832.22  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 699-220 PROTECCION MECANICA Y BAJADO DE TUBERIA DE  
 10"

UNIDAD KM

|                                |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 53463.05 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 15771.60 |
| S U M A :                      | \$ | 69234.63 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 3461.73  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 72696.31 |

## TAPADO

Una vez tendida la tubería dentro de la zanja, - se procede a taparla cuanto antes, lo cual tiene por objeto prevenir la posible flotación del tubo en caso de inundación y evitar daños en la tubería o en su revestimiento por movimientos originados por cambios de temperatura.

Se efectúa el relleno de la zanja con material suave, como tierra y arena, hasta un nivel de 20 cms. arriba del lomo del tubo. Después se pueden echar a la zanja materiales con fragmentos grandes y duros. Todo el sobrante de excavación se alinea sobre la zanja en forma de camellón, con excepción de aquellos lugares en donde crucen caminos, drenajes, etc.

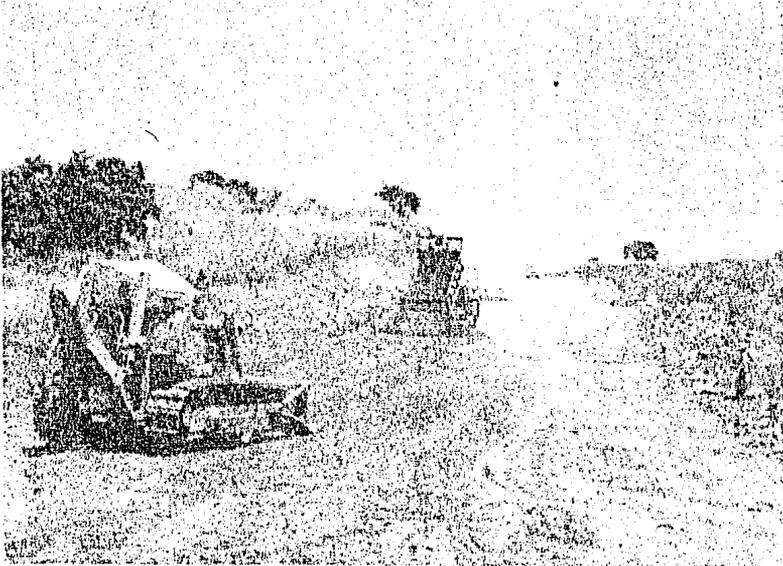
El equipo usado es el tractor Bulldozer. En algunos casos es necesario usar un cargador frontal y varios camiones para el acarreo de material suave.

El relleno final es compactado mediante varios pasos (mínimo tres) de la banda del tractor D8 sobre la zanja.

Se reinstalarán y repararán también las obras existentes que se hayan dañado como, canales, drenes, etc., en tal forma que se restablecen lo más posible, las condiciones que existan antes de que se iniciara la construcción de la tubería.



XLII.= Tapado de tubería con cargador frontal  
colocando el colchón de material suave.



XLIII.= Tapado de tubería con tractor Bulldozer  
y material acarreado con camión.

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 700-109 TAPADO ZANJA CON MAQUINARIA EN TERRENO FIRME

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |       | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|----------|------|---------------|-------------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |       |                     |      |          |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |       | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE     |
| OPERADOR ESPTA.                              |       | 1.00                | JOR. |          |      | 3331.88       | 3331.88     |
| AYTE OP.MECANICO                             |       | 1.00                | JOR. |          |      | 1728.92       | 1728.92     |
| RENDIMIENTO:                                 | 1.620 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 5060.80  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE ODRA       |       |                     |      |          |      | \$            | 3123.95     |
| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE     |
| TRACTOR 5/ORUGAS D-6                         |       | 9.60                | HR.  |          |      | 1996.53       | 19166.68    |
| RENDIMIENTO:                                 | 1.620 | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | \$ 19166.68 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      |          |      | \$            | 11831.29    |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |       |                     |      |          |      | \$            | 14955.23    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |       |                     |      |          |      | \$            | 4411.79     |
| S U M A :                                    |       |                     |      |          |      | \$            | 19367.02    |
| UTILIDAD (5 %)                               |       |                     |      |          |      | \$            | 968.35      |
| PRECIO UNITARIO                              |       |                     |      |          |      | \$            | 20335.37    |

### LIMPIEZA FINAL DEL D. V.

Después de concluir los trabajos de tapado, se recolecta todo el material y desperdicios que quedan a lo largo del D. V.

Una vez limpio el derecho de vía, el material excavado o cortado en las lomas, ríos, sequias o canales es repuesto a su condición original y se protege contra el deslizamiento y erosión.

En los casos especiales, donde por causas de topografía del terreno, se efectuaran movimientos de terracerías, el derecho de vía se protege con obras que aseguran la estabilidad del ducto. El drenaje superficial consiste de:

Rompecorrientes

Cunetas laterales

Contracunetas

Instalación de pasto.

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 693-003 CONSERVACION DEL DERECHO DE VIA ANCHO 12 M

|  |    |                     |      |          |      |               |            |
|--|----|---------------------|------|----------|------|---------------|------------|
| UNIDAD                                       | KM |                     |      |          |      |               |            |
| DESCRIPCION                                  |    | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE    |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |    |                     |      |          |      | 6             | 0.0        |
| DESCRIPCION                                  |    | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE    |
| OPERADOR ESPTA.                              |    | 1.00                | JOR. |          |      | 3331.88       | 3331.88    |
| RENDIMIENTO: 7.478                           |    | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | 6 3331.88  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |    |                     |      |          |      |               | 6 445.56   |
| DESCRIPCION                                  |    | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE    |
| MOTOCONFORMADORA                             |    | 9.60                | HR.  |          |      | 3711.30       | 35628.47   |
| RENDIMIENTO: 7.478                           |    | KM/JOR              |      |          |      | SUMA:         | 6 35628.47 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |    |                     |      |          |      |               | 6 4764.44  |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |    |                     |      |          |      | 6             | 5209.99    |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |    |                     |      |          |      | 6             | 1536.95    |
| S U M A :                                    |    |                     |      |          |      | 6             | 6746.94    |
| UTILIDAD (5 %)                               |    |                     |      |          |      | 6             | 337.35     |
| PRECIO UNITARIO                              |    |                     |      |          |      | 6             | 7084.28    |

## PRUEBA HIDROSTATICA

Cuando la línea está totalmente terminada, baja da a la zanja y tapada, se procede a la prueba hidrostática, la que se hace con todas las válvulas y demás acceso rios ya instalados.

La prueba hidrostática es el método más acertado para probar que efectivamente tanto las soldaduras transversales como la soldadura longitudinal que se hizo al fabricar el tubo están perfectos y que además soportan la presión a la que serán sometidos durante su uso. El método simplificándolo considerablemente consiste básicamente en sellar secciones de tubo ya soldado, enterrado y tapado llenarlo de agua y subir la presión por un número de horas especificado.

Si la presión no baja más de unos grados permitidos, entonces la sección queda probada y aprobada.

El método que parece tan sencillo en realidad es una operación compleja de infinidad de detalles y de supervisión continua las 24 horas del día y por todo el tiempo que dure la prueba, desde el llenado hasta cumplir el plazo especificado.

Los pasos para probar una sección son los siguientes:

Se prepara la fabricación de los Manifolds. Los Manifolds son carretes de tubo de 2 tipos. De lanzamiento que miden 1.50 mts. y se usan para enviar al diablo y de retención de 4.50 mts., que son para recibir el diablo.

El Manifold, lleva una tapa soldada en un extremo y válvulas de 1, 2 y 8 pulgadas que son necesarias para hacer las conexiones a las bombas de llenado y de alta presión. Se solda el Manifold a la línea regular en cada extremo de la sección.

Se corre un diablo que es empujado con agua para limpiar la línea de lodo y basura que se haya acumulado durante la construcción. Al final de esta corrida, la línea queda llena de agua.

En algunos casos hay durmientes dentro de la línea que obstruyen el paso del diablo, si esto llega a ocurrir, se tiene que cortar el punto en donde se atoró el diablo, sacar el durmiente o lo que esté obstruyendo el paso y volver a soldar para continuar con la limpieza. Ya que esto es muy tardado se recomienda muy especialmente que se tenga mucho cuidado de mantener la línea limpia de cualquier cosa que pueda causar problemas futuros.

Una vez que se corrió el diablo de limpieza y se purgó la línea de aire, la línea queda llena y con 300-PSI; cuando esto ocurre, se dice que la línea está empacada.

Se cierra la válvula de la bomba de llenado y se abre la válvula de la bomba de alta presión.

La bomba de alta presión llena la sección hasta que alcanza 1520 Psi. Estos 1520 Psi., son el 90% de presión que soporta el tubo. Generalmente se esperan 6 horas a que se establezca el flujo dentro de la línea.

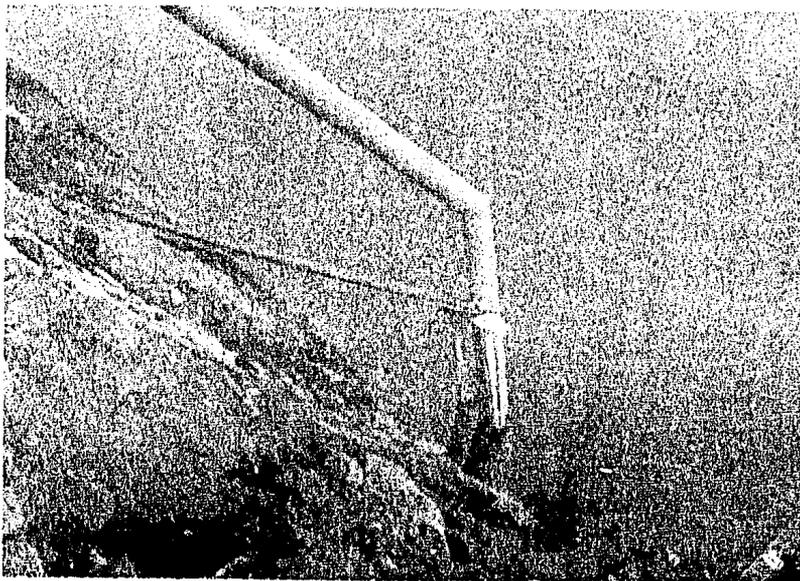
Esta presión se sostiene 24 horas. Durante es-

te tiempo se están haciendo mediciones continuas y se está tomando una gráfica que registre cualquier cambio de presión. También se usa una balanza de pesos muertos que es el instrumento de mayor presión que se usa en la prueba, ya que registra variaciones de hasta una libra, en realidad este instrumento es en el que se detectan las fugas.

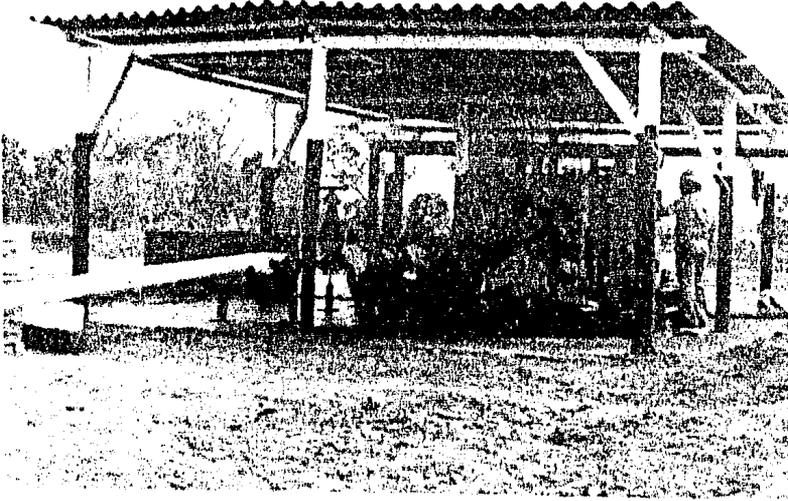
La presión se debe mantener sin variaciones considerables, se permite una baja de presión de 5 libras.

Si los cambios no son significantes, la sección queda aprobada.

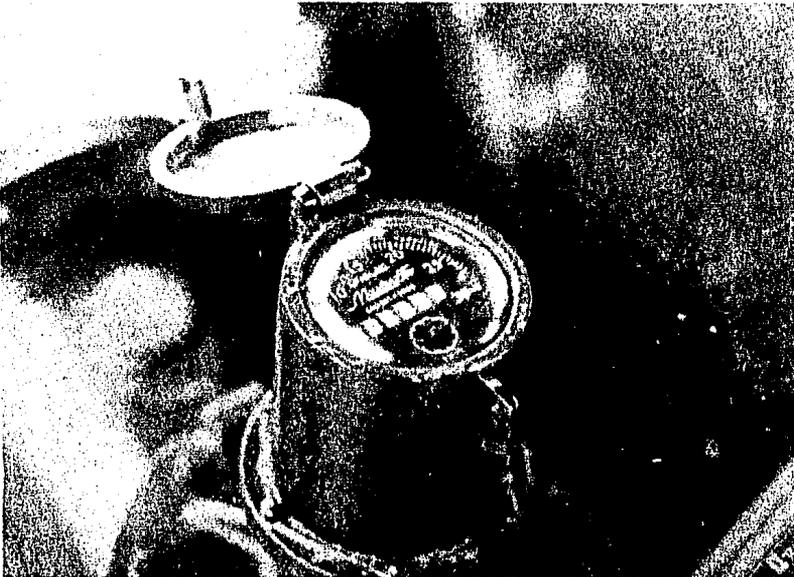
Un factor muy importante, son las fuentes de abastecimiento de agua, pues en algunos casos, es necesario pasar el agua de una sección a otra.



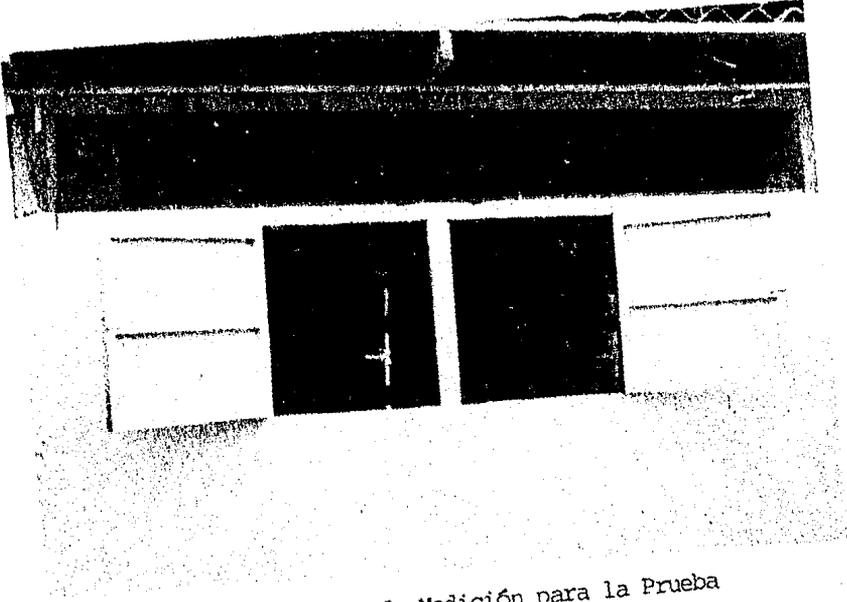
XLIV.= Extracción de agua por medio de tubería para prueba hidrostática



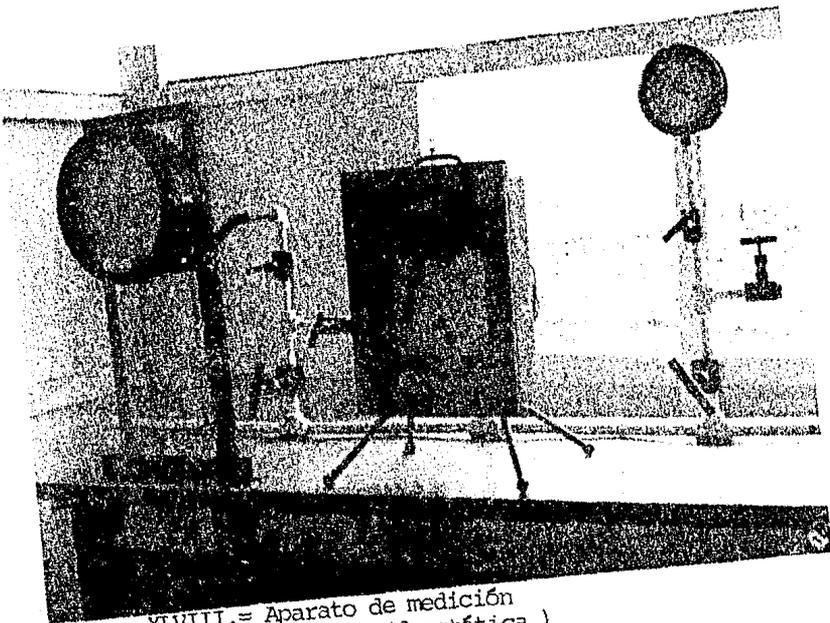
XLV.= Estación de Bombeo



XLVI.= Bomba Alta Presión



XLVII.= Caseta de Medición para la Prueba Hidrostática.



XLVIII.= Aparato de medición  
( Prueba Hidrostática )

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-010 FABRICACION DE TAPONES DE PRUEBA HIDROSTATICA  
 PARA TUBERIA DE 10"

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|---------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |               |         |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 2.0000              | PZA. | 458.80        | 917.60  |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 7.0000              | KG.  | 255.00        | 1785.00 |
| OXIGENO                               | 3.0000              | M3.  | 166.00        | 498.00  |
| ACETILENO                             | 1.0000              | KG.  | 562.00        | 562.00  |
| MADERA                                | 15.0000             | P.T. | 46.00         | 690.00  |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | 6             | 4452.60 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO  | IMPORTE  |
|--|---------------------|------|----------|----------|
|  | CANTIDAD            | UND. |          |          |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 0.50                | JOR. | 2464.46  | 1232.23  |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 2.00                | JOR. | 4007.92  | 8015.84  |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 2.00                | JOR. | 1834.11  | 3668.22  |
| RENDIMIENTO: 13.828 PZA/JOR            |                     |      | SUMA: \$ | 12916.29 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      | 6        | 934.07   |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA    | IMPORTE  |
|--|---------------------|------|----------|----------|
|  | CANTIDAD            | UND. |          |          |
| CAMION WINCHE 3 TON.                         | 4.80                | HR.  | 1243.93  | 5970.86  |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 19.20               | HR.  | 270.68   | 5197.05  |
| ESMERILADORA                                 | 19.20               | HR.  | 6.37     | 122.30   |
| RENDIMIENTO: 13.828 PZA/JOR                  |                     |      | SUMA: \$ | 11290.21 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      | 6        | 816.47   |

|                                |    |         |
|--------------------------------|----|---------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 6203.14 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 1829.93 |
| S U M A                        | \$ | 8033.06 |
| UTILIDAD (5%)                  | \$ | 401.65  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 8434.71 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-110 INSTALACION DE TAPONES Y CORTE POSTERIOR EN  
TUBERIA (PRUEBA HIDROSTATICA)

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|---------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |               |         |
| ACETILENO                             | 0.9000              | KG.  | 562.00        | 505.80  |
| CARBON ARC-AIR                        | 0.1500              | PZA. | 53.00         | 7.95    |
| CARDAS CIRCULARES                     | 1.0000              | PZA. | 1860.70       | 1860.70 |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 2.0000              | PZA. | 458.20        | 917.60  |
| OXIGENO                               | 2.0000              | M3.  | 166.00        | 332.00  |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 3.0000              | KG.  | 255.00        | 765.00  |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | \$            | 4389.05 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |       | SALARIO | IMPORTE  |
|--|---------------------|-------|---------|----------|
|  | CANTIDAD            | UND.  |         |          |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 1.00                | JOR.  | 2464.46 | 2464.46  |
| AYE OP. ESPECIALISTA                   | 2.00                | JOR.  | 1834.11 | 3668.22  |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR.  | 4007.92 | 4007.92  |
| RENDIMIENTO: 20.668                    | PZA/JOR             | SUMA: | \$      | 10140.60 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |       | \$      | 490.64   |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |       | RENTA   | IMPORTE  |
|--|---------------------|-------|---------|----------|
|  | CANTIDAD            | UND.  |         |          |
| CAMION WIIICHE 3 TON.                        | 9.60                | HR.   | 1243.93 | 11941.73 |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 9.60                | HR.   | 270.68  | 2598.53  |
| EQUIPO OXICORTE                              | 9.60                | HR.   | 10.29   | 98.78    |
| ESMERILADORA                                 | 9.60                | HR.   | 6.37    | 61.15    |
| RENDIMIENTO: 20.668                          | PZA/JOR             | SUMA: | \$      | 14700.18 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |       | \$      | 711.25   |

|                                |    |         |
|--------------------------------|----|---------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 5590.94 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 1649.33 |
| S U M A :                      | \$ | 7240.26 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 362.01  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 7602.27 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-210 LLENADO Y LEVANTAMIENTO (PRUEBA HIDROSTATICA)

UNIDAD KM

|  |          | M A T E R I A L E S |               |         |          |
|--|----------|---------------------|---------------|---------|----------|
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | COSTO DIRECTO | IMPORTE |          |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |          |                     |               | \$      | 0.0      |
|  |          | M A N O D E O B R A |               |         |          |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | SALARIO       | IMPORTE |          |
| CABO DE OFICIOS                              | 0.10     | JOR.                | 4007.92       | 400.79  |          |
| OBREIRO GENERAL                              | 4.00     | JOR.                | 1555.84       | 6223.36 |          |
| AYTE. OP. ESPECIALISTA                       | 2.00     | JOR.                | 2101.19       | 4202.38 |          |
| CHOFER-OP. 2A.                               | 0.20     | JOR.                | 2464.46       | 492.89  |          |
| RENDIMIENTO:                                 | 5.733    | KM/JOR              | SUMA:         | \$      | 11319.42 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |          |                     |               | \$      | 1974.43  |
|  |          | M A Q U I N A R I A |               |         |          |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | RENTA         | IMPORTE |          |
| BOMBA LLENADO 2000 GPM                       | 9.60     | HR.                 | 162.03        | 1555.49 |          |
| BOMBA ALTA PRESION 2000                      | 9.60     | HR.                 | 160.98        | 1545.41 |          |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 2.00     | HR.                 | 980.07        | 1960.14 |          |
| PLANTA DE LUZ 15 KW                          | 9.60     | HR.                 | 200.49        | 1924.70 |          |
| RENDIMIENTO:                                 | 5.733    | KM/JOR              | SUMA:         | \$      | 6985.74  |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |          |                     |               | \$      | 1218.51  |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |          |                     |               | \$      | 3192.95  |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |          |                     |               | \$      | 941.92   |
| S U M A :                                    |          |                     |               | \$      | 4134.86  |
| UTILIDAD (5 %)                               |          |                     |               | \$      | 206.74   |
| PRECIO UNITARIO                              |          |                     |               | \$      | 4341.61  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 731-316 PRUEBA HIDROSTATICA Y LIMPIEZA INTERIOR  
DE TUBERIAS

UNIDAD PRUEBA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE  |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|----------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | CUSTO DIRECTO |          |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 42.0000             | KG.  | 255.00        | 10710.00 |
| OXIGENO                               | 4.0000              | M3.  | 166.00        | 664.00   |
| ACETILENO                             | 3.0000              | KG.  | 562.00        | 1686.00  |
| DISCOS ADRASIVOS 1/8"                 | 5.0000              | PZA. | 458.80        | 2294.00  |
| COPLÉS Y NIPLES                       | 1.0000              | LOTE | 1500.00       | 1500.00  |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | \$            | 16854.00 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |            | SALARIO | IMPORTE     |
|--|---------------------|------------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND.       |         |             |
| CABO DE OFICIOS                        | 1.00                | JOR.       | 4007.92 | 4007.92     |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR.       | 4007.92 | 4007.92     |
| OPERADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR.       | 3331.88 | 3331.88     |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 1.00                | JOR.       | 1834.11 | 1834.11     |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 3.00                | JOR.       | 2464.46 | 7393.38     |
| OBRERO GENERAL                         | 10.00               | JOR.       | 1555.84 | 15558.40    |
| AYTE.OP.ESPECIALISTA                   | 1.00                | JOR.       | 2101.19 | 2101.19     |
| SOBRESTANTE DE 2A.                     | 8.00                | JOR.       | 2688.32 | 21506.56    |
| RENDIMIENTO:                           | 7.129               | PRUEBA/JOR | SUMA:   | \$ 59741.35 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |            | \$      | 8380.04     |

| DESCRIPCION             | M A Q U I N A R I A |      | RENTA  | IMPORTE |
|-------------------------|---------------------|------|--------|---------|
|                         | CANTIDAD            | UND. |        |         |
| ALINEADOR EXTERIOR 10"  | 9.60                | HR.  | 5.61   | 53.86   |
| CAMION REDILAS 6-8 TON  | 9.60                | HR.  | 980.07 | 9408.67 |
| ESMERILADORA            | 19.20               | HR.  | 6.37   | 122.30  |
| BOMBA P/AGUA 2"         | 9.60                | HR.  | 63.35  | 608.16  |
| PLANTA DE LUZ 15 KW     | 9.60                | HR.  | 200.49 | 1924.70 |
| BOMBA LLENADO 2000 GPM  | 9.60                | HR.  | 162.03 | 1555.49 |
| BOMBA ALTA PRESION 2000 | 9.60                | HR.  | 160.98 | 1545.41 |
| DISELADORA DE BANDA     | 9.60                | HR.  | 15.43  | 148.13  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 731-316 PRUEBA HIDROSTATICA Y LIMPIEZA INTERIOR  
 DE TUBERIAS

UNIDAD PRUEBA

| DESCRIPCION                                  | M. A Q U I N A R I A<br>CANTIDAD | UND.<br>HR. | RENTA    | IMPORTE  |
|--|----------------------------------|-------------|----------|----------|
| CAMION WINCHE 3 TON.                         | 9.60                             | HR.         | 1243.93  | 11941.73 |
| RENDIMIENTO: 7.129 PRUEBA/JOR                |                                  |             |          |          |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                                  |             | SUMA: \$ | 27308.43 |
|  |                                  |             |          | 3830.61  |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |                                  |             | \$       | 29064.65 |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |                                  |             | \$       | 8574.07  |
| S U M A :                                    |                                  |             | \$       | 37638.71 |
| UTILIDAD (5 %)                               |                                  |             | \$       | 1881.94  |
| PRECIO UNITARIO                              |                                  |             | \$       | 39520.65 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-310 CORRIDA DE DIABLOS CON AIRE PREVIA O POSTERIOR  
 A LA PRUEBA HIDROSTATICA TUBERIA 10"

UNIDAD KM

| DESCRIPCION                                  |        | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|--------|---------------------|------|---------------|-------------|
|  |        | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |        |                     |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |        | M A N O D E O B R A |      | SALARIO       | IMPORTE     |
|  |        | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| CADO DE OFICIOS                              |        | 0.10                | JOR. | 4007.92       | 400.79      |
| AYTE.OP.ESPECIALISTA                         |        | 1.00                | JOR. | 2101.19       | 2101.19     |
| OBRERO GENERAL                               |        | 4.00                | JOR. | 1555.84       | 6223.36     |
| RENDIMIENTO:                                 | 18.738 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 8725.34  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |        |                     |      | \$            | 465.65      |
| DESCRIPCION                                  |        | M A Q U I N A R I A |      | RENTA         | IMPORTE     |
|  |        | CANTIDAD            | UND. |               |             |
| COMPRESOR 600 PCM                            |        | 9.60                | HR.  | 1615.57       | 15509.47    |
| DIABLO DE COPAS 10"                          |        | 9.60                | HR.  | 13.10         | 125.76      |
| RENDIMIENTO:                                 | 18.738 | KM/JOR              |      | SUMA:         | \$ 15635.23 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |        |                     |      | \$            | 834.41      |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |        |                     |      | \$            | 1300.06     |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |        |                     |      | \$            | 383.52      |
| S U M A :                                    |        |                     |      | \$            | 1683.58     |
| UTILIDAD (5 %)                               |        |                     |      | \$            | 84.18       |
| PRECIO UNITARIO                              |        |                     |      | \$            | 1767.76     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-410 SANGRIAS PARA EXPULSION DEL AGUA DE TUBERIA DE 10"

| UNIDAD | PZA | DESCRIPCION                                  | M A T E R I A L E S<br>CANTIDAD UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE |         |
|--------|-----|--|--------------------------------------|---------------|---------|---------|
|        |     | SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |                                      |               | \$      | 0.0     |
|        |     | DESCRIPCION                                  | M A N O D E O B R A<br>CANTIDAD UND. | SALARIO       | IMPORTE |         |
|        |     | OPERADOR ESPTA.                              | 0.20 JOR.                            | 3331.88       | 666.38  |         |
|        |     | AYTE OP. ESPECIALISTA                        | 0.20 JOR.                            | 1834.11       | 366.82  |         |
|        |     | RENDIMIENTO: 3.574 PZA/JOR                   |                                      | SUMA: 6       | 1033.20 |         |
|        |     | SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |                                      | 6             | 289.09  |         |
|        |     | DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A<br>CANTIDAD UND. | RENTA         | IMPORTE |         |
|        |     | RETROEXCAVADORA 3/4 YD3                      | 2.80 HR.                             | 2665.75       | 7464.10 |         |
|        |     | RENDIMIENTO: 3.574 PZA/JOR                   |                                      | SUMA: \$      | 7464.10 |         |
|        |     | SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                                      | \$            | 2088.44 |         |
|        |     | SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |                                      |               | \$      | 2377.53 |
|        |     | INDIRECTOS (29.50%)                          |                                      |               | \$      | 701.37  |
|        |     | S U M A :                                    |                                      |               | \$      | 3078.90 |
|        |     | UTILIDAD (5%)                                |                                      |               | \$      | 153.95  |
|        |     | PRECIO UNITARIO                              |                                      |               | \$      | 3232.85 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-600 INSTALACION DE COMPRESOR PARA CORRIDA DE  
 DIABLOS Y DESMANTELAMIENTO POSTERIOR

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE     |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|-------------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |             |
| ACETILENO                             | 2.0000              | KG.  | 562.00        | 1124.00     |
| CARBON ARC-AIR                        | 0.4000              | PZA. | 53.00         | 21.20       |
| OXIGENO                               | 6.0000              | M3.  | 166.00        | 996.00      |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 4.0000              | KG.  | 255.00        | 1020.00     |
| CARDAS PLASTICAS                      | 2.0000              | PZA. | 2900.00       | 5800.00     |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 3.0000              | PZA. | 452.80        | 1376.40     |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |               | \$ 10337.60 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      |         | IMPORTE    |
|--|---------------------|------|---------|------------|
|  | CANTIDAD            | UND. | SALARIO |            |
| CABO DE OFICIOS                        | 0.10                | JOR. | 4007.92 | 400.79     |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 0.20                | JOR. | 2464.46 | 492.89     |
| ODRERO GENERAL                         | 2.00                | JOR. | 1555.84 | 3111.68    |
| SOLDADOR ESPIA.                        | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92    |
| RENDIMIENTO: 10.324                    | PZA/JOR.            |      | SUMA:   | \$ 8013.28 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | \$ 776.18  |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      |         | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. | RENTA   |             |
| COMPRESOR 600 PCM                            | 9.60                | HR.  | 1615.57 | 15509.47    |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 9.60                | HR.  | 270.68  | 2598.53     |
| EQUIPO OXICORTE                              | 9.60                | HR.  | 10.29   | 98.78       |
| ESMERILLADORA                                | 9.60                | HR.  | 6.37    | 61.15       |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 2.00                | HR.  | 980.07  | 1960.14     |
| RENDIMIENTO: 10.324                          | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 20228.06 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | \$ 1959.32  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-600 INSTALACION DE COMPRESOR PARA CORRIDA DE  
 DIABLOS Y DESMANTELAMIENTO POSTERIOR

UNIDAD PZA

|                                |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 13073.10 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 3856.56  |
| S U M A                        | \$ | 16929.66 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 846.48   |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 17776.14 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-700 INSTALACION DE BOMBA PARA LLENADO Y PRUEBA  
 Y DESMANTELAMIENTO POSTERIOR.

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE  |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|----------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |               |          |
| ACETILENO                             | 2.0000              | KG.  | 562.00        | 1124.00  |
| CARBON ARC-AIR                        | 0.4000              | PZA. | 53.00         | 21.20    |
| OXIGENO                               | 6.0000              | M3.  | 166.00        | 996.00   |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 4.0000              | KG.  | 255.00        | 1020.00  |
| CARDAS PLASTICAS                      | 2.0000              | PZA. | 2900.00       | 5800.00  |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 3.0000              | PZA. | 458.80        | 1376.40  |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      | \$            | 10337.60 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE    |
|--|---------------------|------|---------|------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |            |
| CABO DE OFICIOS                        | 0.10                | JOR. | 4007.92 | 400.79     |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 0.20                | JOR. | 2464.46 | 492.89     |
| OBRAERO GENERAL                        | 2.00                | JOR. | 1555.84 | 3111.68    |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92    |
| RENDIMIENTO: 8.745                     | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 8013.28 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MAHO DE OBRA |                     |      | \$      | 916.33     |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA  | IMPORTE    |
|--|---------------------|------|--------|------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |        |            |
| BOMBA LLENADO 2000 GPM                       | 9.60                | HR.  | 162.03 | 1555.49    |
| BOMBA ALTA PRESION 2000                      | 9.60                | HR.  | 160.98 | 1545.41    |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 9.60                | HR.  | 270.68 | 2598.53    |
| EQUIPO OXICORTE                              | 9.60                | HR.  | 10.29  | 98.78      |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 2.00                | HR.  | 980.07 | 1960.14    |
| RENDIMIENTO: 8.745                           | PZA/JOR             |      | SUMA:  | \$ 7758.34 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      | \$     | 887.17     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-700 INSTALACION DE BOMBA PARA LLENADO Y PRUEBA  
 Y DESMANTELAMIENTO POSTERIOR.

UNIDAD PZA

|                                |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 12141.09 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 3581.62  |
| S U M A :                      | \$ | 15722.71 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 786.14   |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 16508.85 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 701-800 INSTALACION Y CORRIDA DE GRAFICA  
 DURANTE 24/HRS (P. HIDROSTATICA)

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | MATERIALES |      | COSTO DIRECTO | IMPORTE |
|---------------------------------------|------------|------|---------------|---------|
|                                       | CANTIDAD   | UND. |               |         |
| GRAFICA P/MANOGRAFO                   | 2.0000     | PZA. | 20.00         | 40.00   |
| PUNTILLAS P/MANOGRAFO                 | 0.2000     | PZA. | 620.00        | 124.00  |
| TINTA P/MANOGRAFO                     | 0.1000     | CTO. | 605.00        | 60.50   |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |            |      | \$            | 224.50  |

| DESCRIPCION                            | MANO DE OBRA |       | SALARIO | IMPORTE |
|--|--------------|-------|---------|---------|
|  | CANTIDAD     | UND.  |         |         |
| CABO DE OFICIOS                        | 0.10         | JOR.  | 4007.92 | 400.79  |
| OPERARIO ESPTA.                        | 0.94         | JOR.  | 3738.80 | 3514.47 |
| AYTE DP. ESPECIALISTA                  | 1.00         | JOR.  | 1834.11 | 1834.11 |
| RENDIMIENTO: 0.629                     | PZA/JOR      | SUMA: | \$      | 5749.37 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |              |       | \$      | 9140.49 |

| DESCRIPCION                                  | MAQUINARIA |       | RENTA | IMPORTE |
|--|------------|-------|-------|---------|
|  | CANTIDAD   | UND.  |       |         |
| MANOGRAFO                                    | 9.60       | HR.   | 52.19 | 501.02  |
| MANOMETRO                                    | 9.60       | HR.   | 52.38 | 502.85  |
| GYP;   | 9.60       | HR.   | 0.0   | 0.0     |
| RENDIMIENTO: 0.629                           | PZA/JOR    | SUMA: | \$    | 1003.87 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |            |       | \$    | 1595.98 |

|                                |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 10960.96 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 3233.48  |
| S U M A :                      | \$ | 14194.45 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 709.72   |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 14904.16 |

## FUGAS

Existe una fuga cuando la presión baja más de 5 libras. Cuando ésto ocurre y no es debido a una baja en la temperatura, se vuelve a subir la presión y se inicia la prueba de nuevo. Si ésto se intenta varias ocasiones y sigue bajando la presión, lo más probable es que exista una fuga en la línea.

Existen varios métodos para detectar una falla:

- a) Hacer sondeos en las partes que se observen afloramientos de agua en la superficie del terreno cerca de la línea.

Estos sondeos se hacen descubriendo partes de la línea para buscar la falla. Este procedimiento no es muy efectivo, ya que se puede tratar de afloramientos naturales causados por manantiales o arroyos subterráneos.

- b) Agregar anilinas colorantes al agua de la sección y esperar que la pintura marque el punto de la falla.

Este método puede funcionar si el terreno no es rocoso ya que si éste es el caso, el agua se desvía a través de las rocas y no aflora.

- c) El método más eficaz y definitivo de éstos es cortar la sección a la mitad y probar uno y otro lado.

Una vez detectada la mitad con la fuga, se vuelve a cortar, hasta encontrar el punto de la fuga.

## SECCION DE PRUEBA

El factor principal que se toma en cuenta para decidir la longitud de una sección de prueba, es la presión que se alcanza en el punto más alto y más bajo de la sección.

Esto significa que en una sección con pendientes, el punto más alto debe alcanzar el límite inferior y el punto más bajo, no pasar el límite superior.

Otros factores de importancia son la longitud del tramo, las fuentes de abastecimiento de agua y las obras especiales que hay en el tramo.

## CRUZAMIENTOS

Son las obras necesarias para que la tubería supere obstáculos que pueden ser:

Carreteras  
Vías de Ferrocarril  
Ríos  
Otros

## CARRETERAS

Los cruzamientos con carreteras se hacen dentro de tubos de protección o "camisas".

El encamisado que es como se llama al procedimiento de meter un tubo dentro de otro, es principalmente para proteger a la línea de asentamientos en el terreno - que pudiera provocar daños al tubo.

El procedimiento usado para cruzar una carretera es el siguiente:

Se abre la zanja sobre la carpeta asfáltica. La camisa (tubo de 52"Ø) es biselada, soldada, rasquetada en forma manual. El tubo conductor que irá metido dentro del tubo de 52" se trabaja también en forma normal con la - - excepción de que se le aplican dos capas de esmalte de protección anticorrosiva y de radiografía el 100% de las soldaduras.

El tubo conductor es engrasado y se le colocan separadores y aisladores, una vez hecho lo anterior con la ayuda de los tiendetubos se procede a lanzar la lingada de tubo de 48" a través del tubo de 52".

El ducto y la camisa deberán ser concéntricos y éstos se conserva por medio de los aisladores y separadores.

El espacio entre la línea principal y el tubo protector será sellado en los 2 extremos de éste, con sellos expansores.

Sobre la camisa se hacen orificios para la instalación de las ventilas.

Una vez hecho lo anterior se baja la lingada y se empata a la línea regular.

Como paso final se tapa la zanja y se procede a reparar la carpeta asfáltica al estado original.

#### VIAS DE FERROCARRIL

Las líneas de F.F.C.C. se cruza de manera que no se interrumpa el servicio, para lograr ésto, se realizan los pasos siguientes:

Una máquina tuneleadora, hace un orificio por debajo de la vía. Al mismo tiempo se hace el hincado de la camisa.

Después se procede a introducir la lingada de tubería conductora dentro de la camisa. Esto se consigue usando tiendetubos.

Se usan tramos rectos de tubería para hacer el cruce no importando que se tenga que dar sobreexcavación a la zanja.

El proyecto procura que la longitud del cruce - sea mínima. Tratando de hacer el cruce de forma perpendicular a la vía del F.F.C.C.

Son válidas las mismas consideraciones mencionadas en los cruces de carreteras en cuanto a la preparación de la tubería, la colocación de centradores, la instalación de ventilas, etc..

No es económico hacer una desviación a la línea de F.F.C.C. por lo que nunca se hacen excavaciones a cielo abierto, para este tipo de cruces.

#### CRUZAMIENTOS DE RIOS

En los casos que haya que cruzar un río y no exista puente o estructuras que sean utilizables para el caso, el cruzamiento se hace tendiendo la tubería bajo el cauce de la corriente en forma semejante al tendido general del ducto, enterrandola en el fondo de una profundidad mínima de 2.2 m. para garantizar que la línea quede fuera de la posible erosión del agua a todo lo ancho del cauce.

En todos los casos se evita la colocación de curvas tanto horizontales como verticales en la zona del cauce, procurando siempre que el tramo de tubería (lingada) de cruce sea recto, con sus extremos bien empotrados en los bancos de los ríos.

Para efectuar el cruzamiento, se usa tubería lastrada ya sea concreto hidráulico o con concreto y agregado mineral. A uno y otro lado del cruzamiento, y a superficie, se instalarán válvulas de compuerta, de operación

manual o automática, para aislar el cruzamiento en caso necesario.

Es necesario realizar estudios previos que aporten información básica para la ejecución de la obra.

El objetivo de estos estudios, es conocer de antemano las características del terreno y del cauce para determinar la erosión máxima del fondo durante avenidas máximas, de tal forma que el emplazamiento de las tuberías del gasoducto, se proyectará a una profundidad que nos asegura que estamos evitando de antemano, el que la tubería pueda llegar a quedar expuesta o ser socavada por la erosión del fondo al ocurrir el flujo máximo de las avenidas.

Asimismo, se investiga la tendencia de la divagación lateral del eje del cauce del río, para prever de antemano la erosión de las orillas y considerando en el proyecto un margen razonable de seguridad para evitar contratiempos en el futuro.

Se investiga el sitio del cruzamiento, realizándose un levantamiento topohidrográfico para elaborar los perfiles y el plano topo-batimétrico del cauce.

Se efectúan pruebas de penetración para conocer los materiales que hay en el subsuelo.

Los pasos necesarios para cruzar un cauce son los siguientes:

A) Se prepara una lingada de la longitud apropiada, fuera del lecho del río.

En la generalidad de los casos se prepara tubería lastrada. Se amarran flotadores para

propiciar flotación. Se coloca la tubería sobre apoyos de rodillos para poderla mover fácilmente.

B) Al mismo tiempo se hace la excavación de la zanja.

Puede usarse draga de arrastre o de succión. En ocasiones es necesario el uso de explosivos.

Se efectúa el lanzamiento sujetando la lingada con tiendetubos y arrastrándola hacia su posición definitiva. Al mismo tiempo se jala la lingada por medio de un malacate empotrado en el margen opuesto.

C) La tubería se encuentra flotando sobre el agua y se acomoda sobre el eje de la zanja.

D) Se sueltan los flotadores, para permitir a la tubería ocupar su posición definitiva.

E) Se hacen los empates en la línea regular.

Puede decirse que cada cruce de río es un caso único y que casi siempre hay que hacer variaciones al procedimiento mencionado anteriormente.

Si la lingada es curva, puede ser conveniente lanzarla acostada y sin lastre. Ya en la posición correcta la tubería se lastra con contrapesos prefabricados en forma de media luna. Con esto la tubería adopta la posición adecuada.

#### OTROS CRUCES

Se presentan también otros obstáculos que deben

ser librados por la línea. Pueden mencionarse:

Canales

Otros ductos

Líneas de electricidad, etc.

En todos los casos se evita afectar las instalaciones. La línea del gasoducto se hace por debajo de la instalación de que se trate.

Cada cruce comprende todas las actividades de la construcción en la línea regular, pero éstas son efectuadas manualmente, a diferencia de la línea regular en la que todo se hace automáticamente.

### INSTALACIONES

Son las que sirven para facilitar la operación y control del gasoducto. Dentro de ellas podemos mencionar:

Válvulas de seccionamiento

Trampas de diablos

Estaciones de compresión, etc.

### VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Como su nombre lo indica, sirven para seccionar la línea. Son útiles en cuanto que permiten aislar un tramo de tubería para reparación de posibles fugas.

Para la colocación de una válvula es necesario abrir un cajón lo suficientemente grande sobre el eje de zanja para poder desplantar la cimentación que apoyará a -

la válvula y dos cimentaciones adicionales a los lados para soportar la tubería.

Toda la instalación de conexión a la válvula es subterránea y solo queda a la vista el espigón.

Estas válvulas son del tipo de compuerta en don de la operación se hace al subir y bajar la compuerta por medio de un activador hidroneumático. Cuentan con un By-Pass para poderse operar.

La instalación, una vez hecha la colocación de la válvula y los apoyos, consiste en soldarla a la línea regular existente. Consta además de un firme de concreto superficial y andadores. Se rodea con una cerca de alambre para protección.

#### TRAMPAS DE ENVIO Y RECEPCION DE DIABLOS

Se llama así a las instalaciones necesarias que se construyen para el recibo y envío de diablos de copas necesarios para la limpieza del tubo. El uso normal de la línea forma residuos en el interior del tubo provocando la necesidad de correr uno o varios diablos de limpieza.

Los diablos se corren entre una y otra sección. Una vez enviado un diablo a través de la línea, se tiene que atrapar cerrando válvulas y desviando el flujo del gas hacia el By-Pass de la trampa.

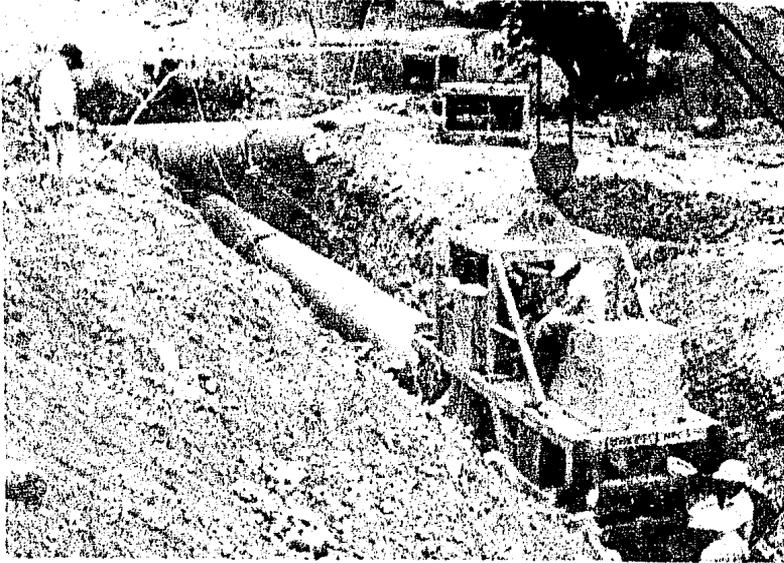
Este mismo diablo puede ser enviado nuevamente, una vez colocado en la trampa de envío y así es corrido por la siguiente sección.

Se debe de hacer excavaciones adicionales para el By-Pass y para las válvulas.

La instalación consiste en el montaje de las - válvulas y en las soldaduras necesarias para la conexión - con la línea (ver figura anexa).

#### ESTACIONES DE COMPRESION

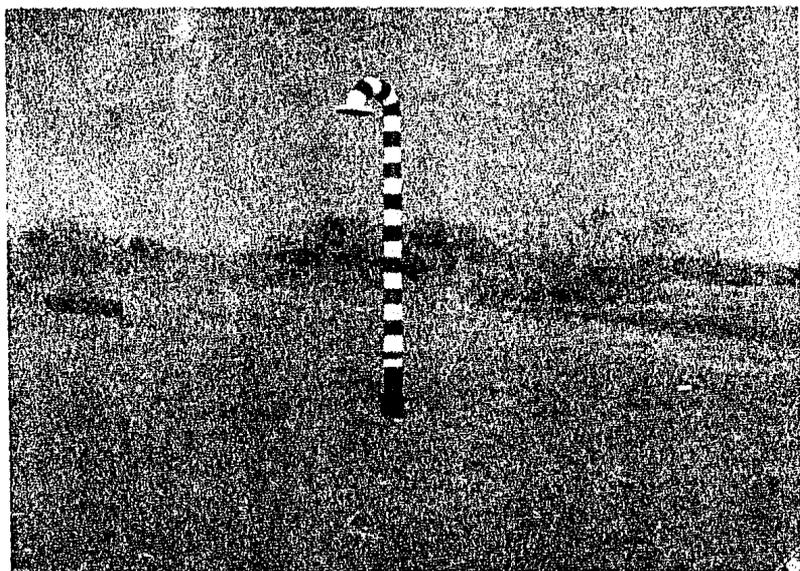
Tienen como finalidad, bombear el gas de una es tación a otra.



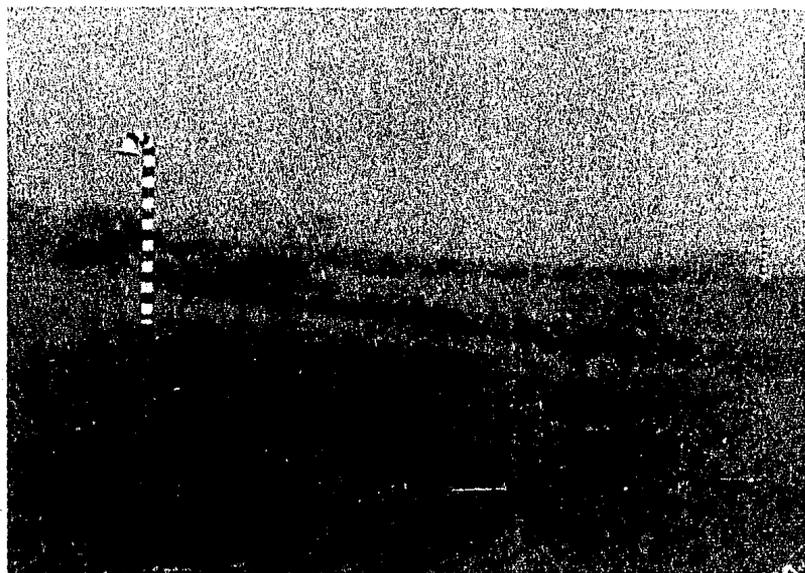
XLVIX.= Máquina Perforadora de Caminos



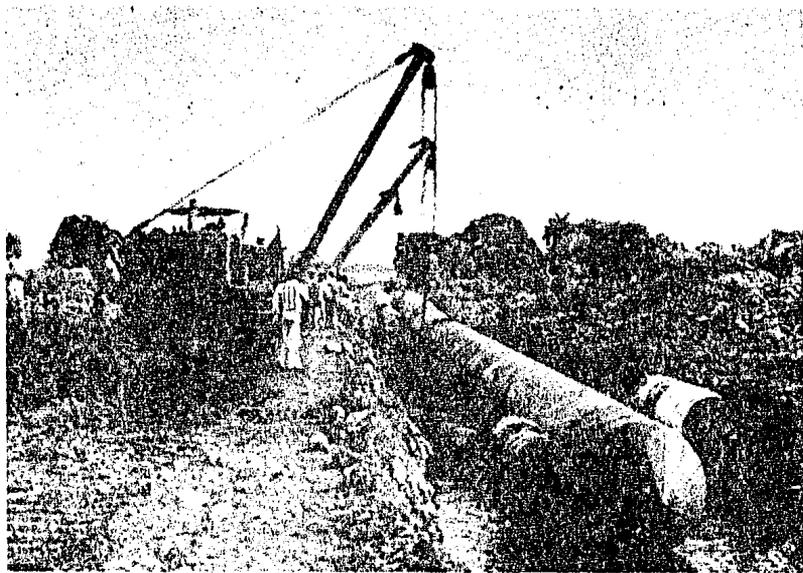
L.= Cruzamiento de una Via de Ferrocarril,  
se aprecia la camisa de tubería que la  
atravieza.



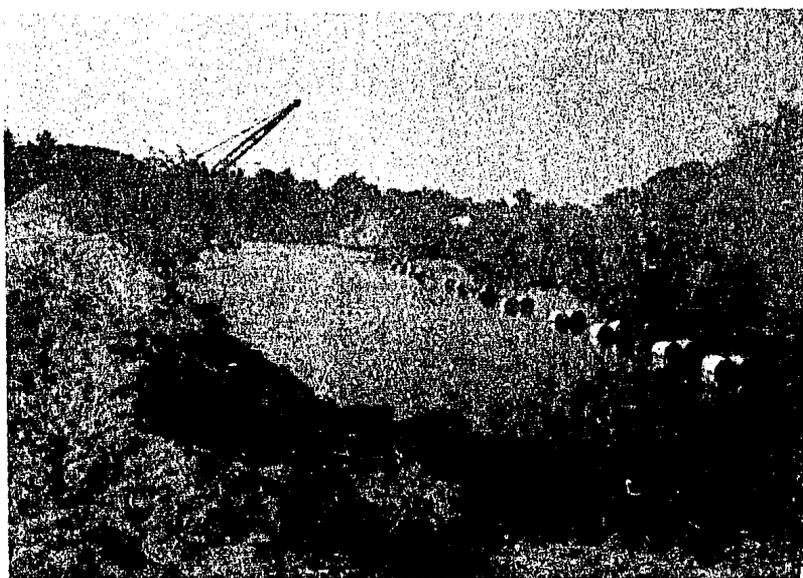
LI.= Respiradero



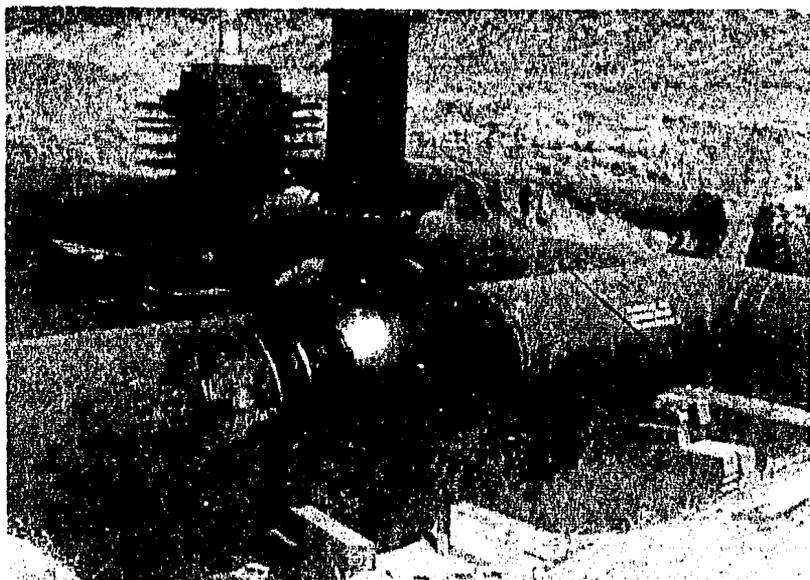
LII.= Respiraderos de tubería en un  
cruzamiento.



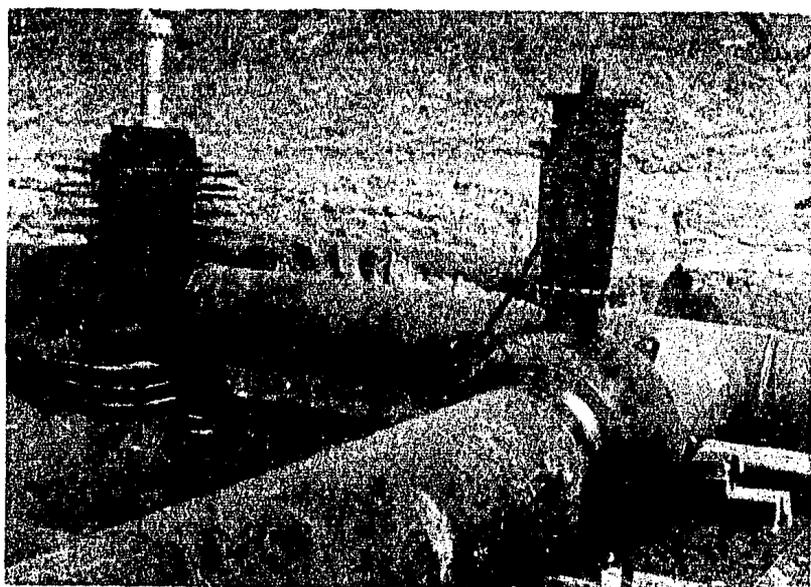
LIII.= Lanzamiento de tubería.



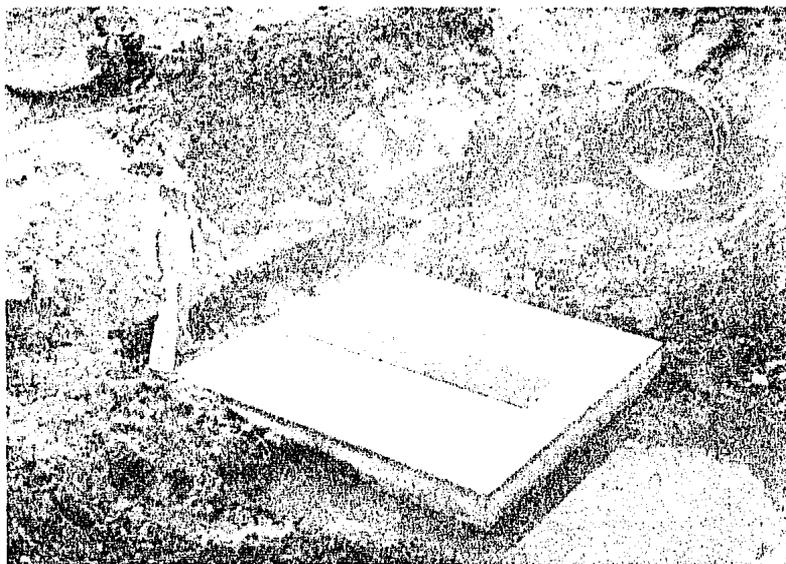
LIV.= Tubería lanzada, se aprecian los  
tambo vacíos ( flotadores ) sujetos  
a la misma, por medio de fleje.



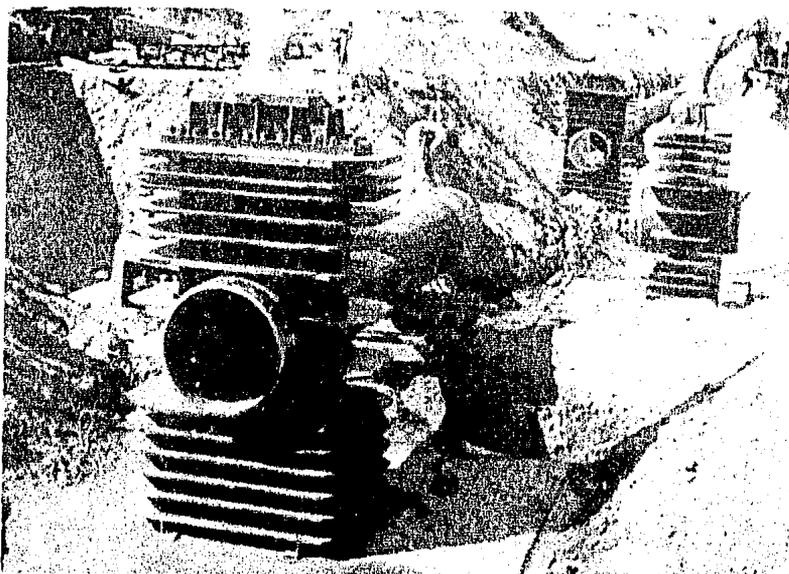
LV.= Valvulas, By Pass en una estación de compresión.



LVI.= Estación de Compresión en construcción.



LVII.= Base de Concreto para Valvula



LVIII.= Colocación de valvulas en una estación de compresión.

PETROLEOS MEXICANOS

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 720-010 TUNELEADO E HINCADO DE CAMISA PARA  
 CRUZAMIENTO DE CARRETERA O DE VIA FF. CC. MATERIAL 'B'  
 PARA TUBERIA 10" DE DIAM.

UNIDAD M

| DESCRIPCION                                  |        | M A T E R I A L E S |      | CANTIDAD | UND. | COSTO DIRECTO | IMPORTE     |
|--|--------|---------------------|------|----------|------|---------------|-------------|
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |        |                     |      |          |      | \$            | 0.0         |
| DESCRIPCION                                  |        | M A N O D E O B R A |      | CANTIDAD | UND. | SALARIO       | IMPORTE     |
| CABO DE OFICIOS                              |        | 1.00                | JOR. |          |      | 4007.92       | 4007.92     |
| OPERADOR ESPTA.                              |        | 3.00                | JOR. |          |      | 3331.88       | 9995.64     |
| AYTE. OP. ESPECIALISTA                       |        | 3.00                | JOR. |          |      | 2101.19       | 6303.57     |
| CHOFER-OP. 2A.                               |        | 1.50                | JOR. |          |      | 2464.46       | 3696.69     |
| OBRAERO GENERAL                              |        | 6.00                | JOR. |          |      | 1555.84       | 9335.04     |
| RENDIMIENTO:                                 | 72.707 | M/JOR               |      |          |      | SUMA:         | \$ 33338.85 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MAHO DE OBRA       |        |                     |      |          |      | \$            | 458.54      |
| DESCRIPCION                                  |        | M A Q U I N A R I A |      | CANTIDAD | UND. | RENTA         | IMPORTE     |
| TUNELEADORA 16"                              |        | 9.60                | HR.  |          |      | 1210.13       | 11617.25    |
| TRACTOR TIENDETUBOS 572                      |        | 9.60                | HR.  |          |      | 3634.00       | 34826.39    |
| PLATAFORMA DE 30 TON                         |        | 4.80                | HR.  |          |      | 303.96        | 1459.01     |
| TRACTOCAMION                                 |        | 4.80                | HR.  |          |      | 1863.15       | 8943.12     |
| BOMBA P/AGUA 4"                              |        | 9.60                | HR.  |          |      | 156.89        | 1506.14     |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       |        | 9.60                | HR.  |          |      | 980.07        | 9408.67     |
| RETROEXCAVADORA 3/4 YD3                      |        | 9.60                | HR.  |          |      | 2665.75       | 25591.20    |
| RENDIMIENTO:                                 | 72.707 | M/JOR               |      |          |      | SUMA:         | \$ 93411.75 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |        |                     |      |          |      | \$            | 1284.77     |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |        |                     |      |          |      | \$            | 1743.31     |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |        |                     |      |          |      | \$            | 514.28      |
| S U M A :                                    |        |                     |      |          |      | \$            | 2257.58     |
| UTILIDAD (5 %)                               |        |                     |      |          |      | \$            | 112.88      |
| PRECIO UNITARIO                              |        |                     |      |          |      | \$            | 2370.46     |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 720-111 COLOCACION DE LINEA CONDUCTORA DE CAMISA PARA  
 CRUZAMIENTO DE CARRETERA O VIA DE FF.CC. TUBERIA DE 10"

| UNIDAD                                       | M        | M A T E R I A L E S |               |            | IMPORTE |
|--|----------|---------------------|---------------|------------|---------|
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | COSTO DIRECTO |            |         |
| AISLADORES Y SELLOS                          | 0.5800   | PZA.                | 467.00        | 270.86     |         |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES.        |          |                     |               | 270.86     |         |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | SALARIO       | IMPORTE    |         |
| CABO DE OFICIOS                              | 0.10     | JOR.                | 4007.92       | 400.79     |         |
| OPERADOR ESPTA.                              | 1.00     | JOR.                | 3331.88       | 3331.88    |         |
| OPRERO GENERAL                               | 2.00     | JOR.                | 1555.84       | 3111.68    |         |
| RENDIMIENTO:                                 | 87.194   | M/JOR               | SUMA:         | 6 6844.35  |         |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA       |          |                     |               | 6 78.50    |         |
| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD | UND.                | RENTA         | IMPORTE    |         |
| TRACTOR TIENDETUDOS 572                      | 9.60     | HR.                 | 3634.00       | 34886.39   |         |
| RENDIMIENTO:                                 | 87.194   | M/JOR               | SUMA:         | 6 34886.39 |         |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |          |                     |               | 6 406.10   |         |
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3)               |          |                     |               | 6 749.46   |         |
| INDIRECTOS (29.50%)                          |          |                     |               | 6 221.09   |         |
| S U M A                                      |          |                     |               | 6 970.55   |         |
| UTILIDAD (5 %)                               |          |                     |               | 6 48.53    |         |
| PRECIO UNITARIO                              |          |                     |               | 6 1019.07  |         |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 719-656 EMPATES DE LA TUBERIA EN LA OBRA ESPECIAL  
 A LA LINEA REGULAR PARA TUB. DE 10" DIAM.

UNIDAD EMPATE

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE    |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|------------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. | COSTO DIRECTO |            |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 5.0000              | KG.  | 255.00        | 1275.00    |
| OXIGENO                               | 3.0000              | M3.  | 166.00        | 498.00     |
| ACETILENO                             | 1.5000              | KG.  | 562.00        | 843.00     |
| CARBON ARC-AIR                        | 0.5000              | PZA. | 53.00         | 26.50      |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 2.0000              | PZA. | 458.80        | 917.60     |
| CARDAS PLASTICAS                      | 1.0000              | PZA. | 2900.00       | 2900.00    |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |               | \$ 6460.10 |

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| CABO DE OFICIOS                        | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92     |
| ORRERO GENERAL                         | 2.00                | JOR. | 1555.84 | 3111.68     |
| OPERADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR. | 3331.88 | 3331.88     |
| AYTE OP.MECANICO                       | 1.00                | JOR. | 1728.92 | 1728.92     |
| CHOFER-OP. 2A.                         | 1.00                | JOR. | 2464.46 | 2464.46     |
| SOLDADOR ESPTA.                        | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92     |
| RENDIMIENTO: 11.162 EMPATE/JOR         |                     |      | SUMA:   | \$ 18652.77 |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | \$ 1671.10  |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|---------------------|------|---------|-------------|
|  | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| CAMION WINCHE 3 TON.                         | 9.60                | HR.  | 1243.93 | 11941.73    |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 9.60                | HR.  | 270.68  | 2598.53     |
| ESMERILADORA                                 | 9.60                | HR.  | 6.37    | 61.15       |
| BISELADORA DE BANDA                          | 9.60                | HR.  | 15.43   | 148.13      |
| RENDIMIENTO: 11.162 EMPATE/JOR               |                     |      | SUMA:   | \$ 14749.52 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | \$ 1321.41  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: 719-656 EMPATES DE LA TUBERIA EN LA OBRA ESPECIAL  
 A LA LINEA REGULAR PARA TUB. DE 10" DIAM.

UNIDAD EMPATE

|                                |   |          |
|--------------------------------|---|----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | ¢ | 9452.59  |
| INDIRECTOS (29.50%)            | ¢ | 2788.51  |
| S U M A :                      | ¢ | 12241.11 |
| UTILIDAD (5 %)                 | ¢ | 612.06   |
| PRECIO UNITARIO                | ¢ | 12853.16 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA VALVULA DE SECCIONAMIENTO

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |  | COSTO DIRECTO | IMPORTE   |
|---------------------------------------|---------------------|------|--|---------------|-----------|
|                                       | CANTIDAD            | UND. |  |               |           |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 20.0000             | KG.  |  | 255.00        | 5100.00   |
| OXIGENO                               | 4.0000              | M3.  |  | 166.00        | 664.00    |
| ACETILENO                             | 1.1000              | KG.  |  | 562.00        | 618.20    |
| PINTURA ALQUIDALICA                   | 15.0000             | LTS. |  | 1350.00       | 20250.00  |
| CEMENTO EN SACOS                      | 0.4000              | TON. |  | 7950.00       | 3180.00   |
| GRAVA                                 | 0.9600              | M3.  |  | 650.00        | 624.00    |
| ARENA                                 | 0.6300              | M3.  |  | 650.00        | 442.00    |
| ACERO ESTRUCTURAL                     | 0.0500              | TON. |  | 82900.00      | 4145.00   |
| ALAMBROH                              | 0.0150              | KG.  |  | 70.00         | 1.05      |
| TRIPLAY 4'X 6'                        | 1.0000              | HOJA |  | 2600.00       | 2600.00   |
| ANGULO FIERRO                         | 238.0000            | KG.  |  | 153.00        | 36414.00  |
| SOLERA DE 2"                          | 35.0000             | KG.  |  | 153.00        | 5355.00   |
| CANAL DE 4"                           | 46.0000             | KG.  |  | 153.00        | 7038.00   |
| REJILLA IRVING                        | 10.0000             | M2.  |  | 187.50        | 1875.00   |
| PLACA DE ACEO                         | 25.0000             | KG.  |  | 140.00        | 3500.00   |
| PINTURA DE ACABADO                    | 15.0000             | LTS. |  | 1020.00       | 15300.00  |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 13.0000             | PZA. |  | 458.80        | 5964.39   |
| CARGAS CIRCULARES                     | 1.8000              | PZA. |  | 1860.70       | 3349.26   |
| CARBON ARC-AIR                        | 20.0000             | PZA. |  | 53.00         | 1060.00   |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |  | \$            | 117479.81 |

| DESCRIPCION        | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE  |
|--------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                    | CANTIDAD            | UND. |         |          |
| CABO DE OFICIOS    | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92  |
| OPERADOR ESPTA.    | 1.00                | JOR. | 3331.88 | 3331.88  |
| SOLDADOR ESPTA.    | 2.00                | JOR. | 4007.92 | 8015.84  |
| SOBRESTANTE DE IA. | 12.00               | JOR. | 2904.95 | 34859.40 |
| CHOFER-OP. 2A.     | 3.00                | JOR. | 2464.46 | 7393.38  |
| AYTE OP.MECANICO   | 1.00                | JOR. | 1728.92 | 1728.92  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLÁ Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA VALVULA DE SECCIONAMIENTO

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                            |       | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE      |
|--|-------|---------------------|------|---------|--------------|
|  |       | CANTIDAD            | UND. |         |              |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  |       | 2.00                | JOR. | 1834.11 | 3668.22      |
| OBRERO GENERAL                         |       | 12.00               | JOR. | 1555.84 | 18670.08     |
| RENDIMIENTO:                           | 0.729 | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 81675.63  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MAND DE OBRA |       |                     |      |         | \$ 112037.88 |

| DESCRIPCION                                  |       | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE     |
|--|-------|---------------------|------|---------|-------------|
|  |       | CANTIDAD            | UND. |         |             |
| GRUA HIDRAULICA 22 TON                       |       | 9.60                | HR.  | 2114.27 | 20296.99    |
| EQUIPO OXICORTE                              |       | 19.20               | HR.  | 10.29   | 197.57      |
| ESMERILADORA                                 |       | 19.20               | HR.  | 6.37    | 122.30      |
| COMPRESOR 325 PCM                            |       | 9.60                | HR.  | 899.37  | 8633.95     |
| ZAPATAS P/TUBERIA 10"                        |       | 4.00                | HR.  | 572.66  | 2290.64     |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         |       | 19.20               | HR.  | 270.68  | 5197.05     |
| REMOLQUE CAJA CERRADA                        |       | 2.00                | HR.  | 234.14  | 468.28      |
| CALDERA 10 BARRILES                          |       | 9.60                | HR.  | 168.78  | 1620.29     |
| DETECTOR DE FALLAS 10"                       |       | 9.60                | HR.  | 4.11    | 39.46       |
| PLANTA DE LUZ 15 KW                          |       | 9.60                | HR.  | 200.49  | 1924.70     |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       |       | 19.20               | HR.  | 980.07  | 18817.34    |
| REVOLVEDORA P/CONCRETO                       |       | 9.60                | HR.  | 136.22  | 1307.71     |
| COSTALES DE YUTE                             |       | 9.60                | HR.  | 54.00   | 518.40      |
| CAMIONETA PICK-UP                            |       | 9.60                | HR.  | 512.31  | 4918.17     |
| ALINEADOR EXTERIOR 10"                       |       | 9.60                | HR.  | 5.61    | 53.86       |
| BISELADORA DE BANDA                          |       | 9.60                | HR.  | 15.43   | 148.13      |
| BANDA PARA BAJADO 10"                        |       | 9.60                | HR.  | 12.15   | 116.64      |
| RENDIMIENTO:                                 | 0.729 | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 66671.38 |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |       |                     |      |         | \$ 91455.88 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORDELLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA VALVULA DE SECCIONAMIENTO

UNIDAD PZA

|                                |    |           |
|--------------------------------|----|-----------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | \$ | 320973.56 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | \$ | 94687.13  |
| S U M A :                      | \$ | 415660.69 |
| UTILIDAD (5 %)                 | \$ | 20783.03  |
| PRECIO UNITARIO                | \$ | 436443.69 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORDOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA TRAMPA DE ENVIO O RECIBO  
DE DIABLOS DOBLES.

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                           | M A T E R I A L E S |      |               | IMPORTE     |
|---------------------------------------|---------------------|------|---------------|-------------|
|                                       | CAANTIDAD           | UND. | COSTO DIRECTO |             |
| SOLDADURA 6010 Y 7010                 | 60.0000             | KG.  | 255.00        | 15300.00    |
| OXIGENO                               | 8.0000              | M3.  | 166.00        | 1328.00     |
| ACETILENO                             | 2.5000              | KG.  | 562.00        | 1405.00     |
| PINTURA ALQUIDALICA                   | 45.0000             | LTS. | 1350.00       | 60750.00    |
| CEMENTO EN SACOS                      | 1.2000              | TON. | 7950.00       | 9540.00     |
| GRAVA                                 | 2.8800              | M3.  | 650.00        | 1872.00     |
| ARENA                                 | 2.0400              | M3.  | 650.00        | 1326.00     |
| ACERO ESTRUCTURAL                     | 0.2500              | TON. | 82900.00      | 20725.00    |
| ALAMBRON                              | 0.0450              | KG.  | 70.00         | 3.15        |
| TRIPLAY 4"X 6'                        | 3.0000              | HOJA | 2600.00       | 7800.00     |
| ANGULO FIERRO                         | 714.0000            | KG.  | 153.00        | 109242.00   |
| SOLERA DE 2"                          | 105.0000            | KG.  | 153.00        | 16065.00    |
| CAHAL DE 4"                           | 138.0000            | KG.  | 153.00        | 21114.00    |
| REJILLA IRVING                        | 30.0000             | M2.  | 187.50        | 5625.00     |
| PLACA DE ACERO                        | 75.0000             | KG.  | 140.00        | 10500.00    |
| PINTURA DE ACABADO                    | 45.0000             | LTS. | 1020.00       | 45900.00    |
| DISCOS ABRASIVOS 1/8"                 | 39.0000             | PZA. | 458.80        | 17893.19    |
| CARDAS CIRCULARES                     | 5.4000              | PZA. | 1860.70       | 10047.78    |
| CARBON ARC-AIR                        | 40.0000             | PZA. | 53.00         | 2120.00     |
| SUBTOTAL (1): IMPORTE POR MATERIALES. |                     |      |               | 6 358555.88 |

| DESCRIPCION        | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE  |
|--------------------|---------------------|------|---------|----------|
|                    | CAANTIDAD           | UND. |         |          |
| CARO DE OFICIOS    | 1.00                | JOR. | 4007.92 | 4007.92  |
| OPERADOR ESPTA.    | 1.00                | JOR. | 3331.88 | 3331.88  |
| SOLDADOR ESPTA.    | 2.00                | JOR. | 4007.92 | 8015.84  |
| SOBRESTANTE DE 1A. | 12.00               | JOR. | 2904.95 | 34859.40 |
| CHOFER-OP. 2A.     | 3.00                | JOR. | 2464.46 | 7393.38  |
| AYTE OP.MECANICO   | 1.00                | JOR. | 1728.92 | 1728.92  |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES DORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA TRAMPA DE ENVIO O RECIBO  
 DE DIABLOS DOBLES.

UNIDAD PZA

| DESCRIPCION                            | M A N O D E O B R A |      | SALARIO | IMPORTE      |
|--|---------------------|------|---------|--------------|
|  | CAANTIDAD           | UND. |         |              |
| AYTE OP. ESPECIALISTA                  | 2.00                | JOR. | 1834.11 | 3668.22      |
| ODRERO GENERAL                         | 12.00               | JOR. | 1555.84 | 18670.08     |
| RENDIMIENTO: 0.100                     | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 81675.63  |
| SUBTOTAL (2): IMPORTE POR MANO DE OBRA |                     |      |         | \$ 816756.50 |

| DESCRIPCION                                  | M A Q U I N A R I A |      | RENTA   | IMPORTE      |
|--|---------------------|------|---------|--------------|
|  | CAANTIDAD           | UND. |         |              |
| GRUA HIDRAULICA 22 TON                       | 9.60                | HR.  | 2114.27 | 20296.99     |
| EQUIPO OXICORTE                              | 19.20               | HR.  | 10.29   | 197.57       |
| ESMERILADORA                                 | 19.20               | HR.  | 6.37    | 122.30       |
| COMPRESOR 325 PCM                            | 9.60                | HR.  | 899.37  | 8633.95      |
| ZAPATAS P/TUBERIA 10"                        | 4.00                | HR.  | 572.66  | 2290.64      |
| SOLDADORA DE 300 AMP                         | 19.20               | HR.  | 270.68  | 5197.05      |
| REMOLQUE CAJA CERRADA                        | 2.00                | HR.  | 234.14  | 468.28       |
| CALDERA 10 BARRILES                          | 9.60                | HR.  | 168.78  | 1620.29      |
| DETECTOR DE FALLAS 10"                       | 9.60                | HR.  | 4.11    | 39.46        |
| PLANTA DE LUZ 15 KW                          | 9.60                | HR.  | 200.49  | 1924.70      |
| CAMION REDILAS 6-8 TON                       | 19.20               | HR.  | 980.07  | 18817.34     |
| REVOLVEDORA P/CONCRETO                       | 9.60                | HR.  | 136.22  | 1307.71      |
| COSTALES DE YUTE                             | 9.60                | HR.  | 54.00   | 518.40       |
| CAMIONETA PICK-UP                            | 9.60                | HR.  | 512.31  | 4918.17      |
| ALINEADOR EXTERIOR 10"                       | 9.60                | HR.  | 5.61    | 53.86        |
| BISELADORA DE BANDA                          | 9.60                | HR.  | 15.43   | 148.13       |
| BANDA PARA BAJADO 10"                        | 9.60                | HR.  | 12.15   | 116.64       |
| RENDIMIENTO: 0.100                           | PZA/JOR             |      | SUMA:   | \$ 66671.38  |
| SUBTOTAL (3): IMPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO |                     |      |         | \$ 666713.94 |

SUBDIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION DE OBRAS  
 GERENCIA DE PROGRAMACION EVALUACION Y CONTRATOS  
 SUBGERENCIA DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS  
 SUPERINTENDENCIA DE CONCURSOS

FORMA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONCEPTOS DE OBRA  
 TESIS PROFESIONAL

CONTRATISTA: SERGIO ACEVES BORBOLLA Y JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: SN INSTALACION DE UNA TRAMPA DE ENVIO O RECIBO  
 DE DIABLOS DOBLES.

UNIDAD PZA

|                                |   |            |
|--------------------------------|---|------------|
| SUMA DE SUBTOTALES (1)+(2)+(3) | 6 | 1842025.00 |
| INDIRECTOS (29.50%)            | 6 | 543397.25  |
| S U M A :                      | 6 | 2385422.00 |
| UTILIDAD (5 %)                 | 6 | 119271.06  |
| PRECIO UNITARIO                | 6 | 2504693.00 |

CAPITULO IV

PLANEACION Y PROGRAMACION

## PLANEACION Y PROGRAMACION.

Hasta este capítulo hemos visto tanto el procedimiento constructivo como las principales especificaciones de una línea de conducción de hidrocarburos.

Para complementar este estudio, en el presente capítulo se presentarán las actividades posteriores al diseño de una línea, pero previas a su construcción; éstas actividades las podemos agrupar en dos grandes rubros, la Planeación y la Programación.

En el desarrollo del capítulo se presentará en paralelo con la teoría un ejemplo práctico que nos permita visualizar la aplicación a una obra del tipo de la que se ha tratado en este texto. Este ejemplo será el de la construcción del "Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia) y servirá también para los ejemplos de análisis económicos que se tratarán en el próximo capítulo.

## PLANEACION

La planeación es una de las herramientas más útiles del ingeniero, tanto del constructor como del calculista o el diseñador, ya que ésta le permite identificar y ordenar todas y cada una de las actividades que se necesitarán ejecutar para llevar a cabo un proyecto de acuerdo a la idea original.

El hacer una Planeación le permite al ingeniero definir la calidad y cantidad de los recursos (Mano de obra, Maquinaria y Equipo, Materiales y Financieros) que serán necesarios, así como la forma, orden y tiempo en que éstos serán utilizados.

Dentro del gran rubro de la Planeación para la construcción de una obra, podemos encontrar las siguientes actividades.

### - Descripción del Problema:

Lo primero que tenemos que saber es que problema es el que vamos a estudiar.

Para nuestro caso particular el problema sería la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca Morelia y éste nos definirá las necesidades y procedimientos opcionales que tenemos para resolverlo.

Si no sabemos que problema es que tratamos de resolver, entonces no sabremos cuáles son las necesidades para resolverlo.

### - Lista de Actividades:

Una vez conocido el problema que tenemos que re solver, nos interesa saber cuáles serán las actividades necesarias por ejecutar para poder re solver el problema que se nos presenta.

Para nuestro caso particular, necesitamos identificar las actividades que se necesitan para - poder llevar a cabo la construcción de la línea y éstas se pueden enlistar en:

- 1.- Apertura del Derecho de Vía.
- 2.- Conservación del Derecho de Vía.
- 3.- Terracerías.
- 4.- Excavación de Zanja.
- 5.- Movimiento de Tubería.
- 6.- Doblado, Alineado y Soldado de la Tubería.
- 7.- Protección Mecánica.
- 8.- Parcheo, Bajado y Tapado.
- 9.- Zonas Bajas, Línea en Pantano y Peras de Lanzamiento.
- 10.-Obras Especiales.
- 11.-Protección Catódica.
- 12.-Válvulas de Seccionamiento y Trampas de Diablos.
- 13.-Prueba Hidrostática.

Todas estas actividades fueron descritas con an terioridad en los primeros capítulos de este - texto.

Estas actividades se agruparán de acuerdo a las necesidades que se tengan y podrán ser tan generales o tan-particulares y extensas como se quiera.

Conociendo las actividades se podrá generar una secuela de ejecución de las mismas, terminando en este pun-

to la Planeación.

La Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto, así como el orden en que éstas se ejecutarán, mientras que la Programación es el acto en el que la Planeación generada previamente se -- traslada a una tabla de recursos.

#### PROGRAMACION.

La Programación es una útil herramienta para el ingeniero, ya que a la vez le permite relacionar la aplicación de recursos a través del tiempo y tener elementos para llevar un seguimiento de la aplicación de los recursos durante la ejecución del proyecto y en base a las desviaciones que se presenten, poder Reprogramar el proyecto y por lo tanto tomar decisiones suficientemente oportunas y que no reditúen en costos adicionales.

Para poder elaborar el Programa de Ejecución de un Proyecto cualquiera, necesitamos conocer la Planeación previa, así como las restricciones que se presenten y que se pueden agrupar en:

- a) Propias de la Empresa Ejecutora.
- b) Propias del Cliente.
- c) Otras.

- a) Las restricciones propias de la empresa ejecutora nos delimitaran el equipo y demás recursos a ser aplicados en este proyecto, así mismo, las políticas internas de la misma nos dictarán las consideraciones a seguir.

b) Como restricciones propias del cliente tenemos:

- Especificaciones Técnicas.
- Forma de pago.
- Fechas de Inicio, Terminación así como Parciales.
- Montos Económicos por contrato.
- Condiciones Contractuales.
- Suministro de Materiales por parte del cliente.
- Accesos a la Obra.
- Afectaciones de Terrenos Liberados.
- Salarios (Sindicatos)
- Fletes.

c) Entre otras restricciones tenemos:

- Climatológicas.
- Topográficas.
- Económicas de Contexto General.

Existen diversos métodos para planear una obra, desde los convencionales en que se manejan las actividades con muchas restricciones definidas, hasta los más complejos en el que es necesario el uso de la computadora debido al gran número de variables y alternativas que se manejan.

En este texto nos referiremos al C.P.M. o Método de la Ruta Crítica, ya que éste nos permite las siguientes ventajas:

1) Separar la Planeación de la Programación, como ya vimos, la Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto y que orden de ejecución deben tener, mien

tras que Programar es el acto de trasladar el plan a una tabla de recursos.

2) Relaciona directamente tiempo y costo.

3) Suministra una base disciplinada para la planeación y alcance de un proyecto.

4) Establece un medio importante para la evaluación de estrategias y objetivos, así mismo elimina en gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que perjudicaría al proyecto.

5) Puede mostrar las interrelaciones entre los trabajos y recursos, señalando las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.

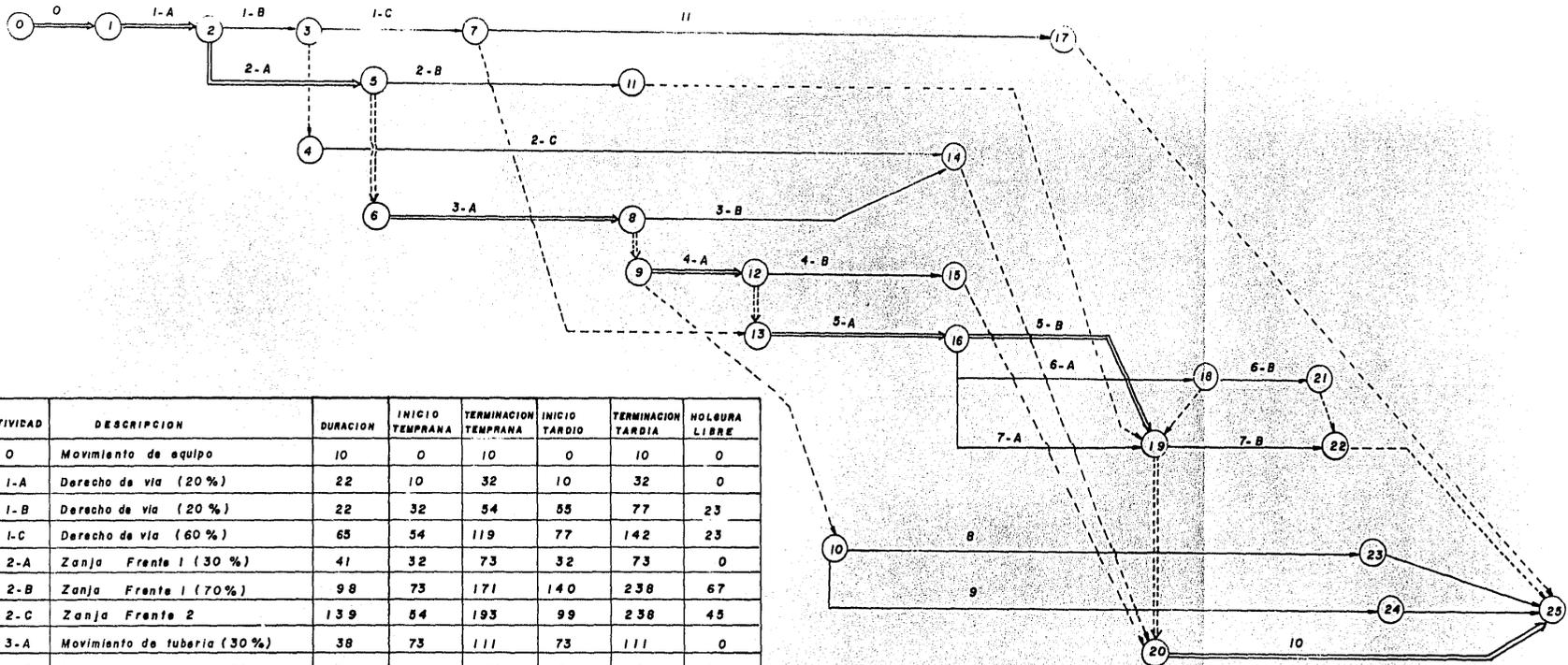
6) Permite simplificar los sistemas de control que se deben establecer, en virtud de que fácilmente llama la atención del ejecutivo en aquellas actividades que están o estarán en dificultades (Toma de decisiones).

7) Establece una herramienta útil para un completo record del desarrollo de las obras y proyectos.

Se puede decir que cubre los pasos de una planeación global; Analizar, Organizar, Integrar, Dirigir, Ejecutar y Controlar.

La información completa y oportuna es básica en el buen desarrollo de un programa de Ruta Crítica.

## RUTA CRITICA



| ACTIVIDAD | DESCRIPCION                 | DURACION | INICIO TEMPRANA | TERMINACION TEMPRANA | INICIO TARDIA | TERMINACION TARDIA | HOLGURA LIBRE |
|-----------|-----------------------------|----------|-----------------|----------------------|---------------|--------------------|---------------|
| 0         | Movimiento de equipo        | 10       | 0               | 10                   | 0             | 10                 | 0             |
| 1-A       | Derecho de via (20%)        | 22       | 10              | 32                   | 10            | 32                 | 0             |
| 1-B       | Derecho de via (20%)        | 22       | 32              | 54                   | 55            | 77                 | 23            |
| 1-C       | Derecho de via (60%)        | 65       | 54              | 119                  | 77            | 142                | 23            |
| 2-A       | Zanja Frente 1 (30%)        | 41       | 32              | 73                   | 32            | 73                 | 0             |
| 2-B       | Zanja Frente 1 (70%)        | 98       | 73              | 171                  | 140           | 238                | 67            |
| 2-C       | Zanja Frente 2              | 139      | 54              | 193                  | 99            | 238                | 45            |
| 3-A       | Movimiento de tubería (30%) | 38       | 73              | 111                  | 73            | 111                | 0             |
| 3-B       | Movimiento de tubería (70%) | 88       | 111             | 199                  | 150           | 238                | 39            |
| 4-A       | Soldadura (30%)             | 31       | 111             | 142                  | 111           | 142                | 0             |
| 4-B       | Soldadura (70%)             | 73       | 142             | 215                  | 165           | 238                | 23            |
| 5-A       | Esmalte (30%)               | 29       | 142             | 171                  | 142           | 171                | 0             |
| 5-B       | Esmalte (70%)               | 67       | 171             | 238                  | 171           | 238                | 0             |
| 6-A       | Bajado (30%)                | 29       | 171             | 200                  | 209           | 238                | 38            |
| 6-B       | Bajado (70%)                | 67       | 200             | 267                  | 282           | 349                | 82            |
| 7-A       | Tapado (30%)                | 30       | 171             | 201                  | 208           | 238                | 37            |
| 7-B       | Tapado (70%)                | 69       | 238             | 307                  | 280           | 349                | 42            |
| 8         | Obras especiales            | 128      | 111             | 239                  | 221           | 349                | 110           |
| 9         | Trampas y Valvulas          | 109      | 111             | 220                  | 240           | 349                | 129           |
| 10        | Prueba hidrostática         | 111      | 238             | 349                  | 238           | 349                | 0             |
| 11        | Acand. final del D.D.V.     | 120      | 119             | 239                  | 229           | 349                | 110           |

|                               |
|-------------------------------|
| TESIS PROFESIONAL             |
| SERGIO ACEVES BORBOLLA        |
| JULIO JOSE ARGÜELLES CARDENAS |
| U. N. A. M.                   |
| FACULTAD DE INGENIERIA        |

Como segunda etapa y con el modelo de la Ruta - Crítica establecido, analizaremos los Recursos que se requieren para la ejecución de este proyecto.

### Recursos Financieros

Materiales

Maquinaria ..... + Proceso ..... - Obra Terminada

Mano de Obra

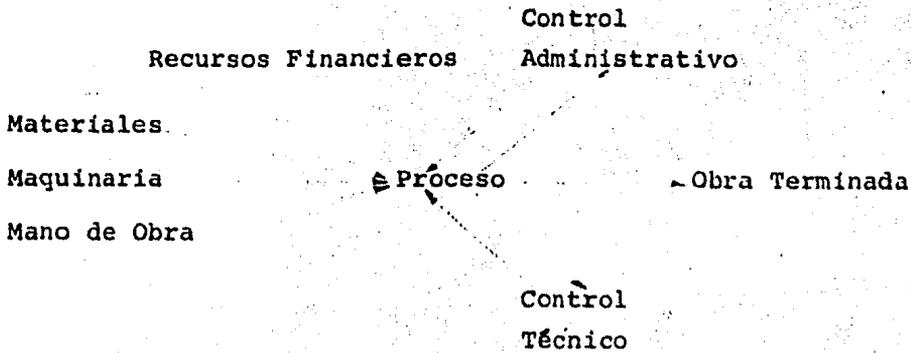
Para elaborar una planeación se deben estudiar alternativas, teniendo como objetivo fundamental el de buscar el mínimo costo en una sola de estas alternativas.

El análisis combinatorio de cada una de las alternativas puede ser infinito, o tan complicado como se requiera. Se puede usar como herramienta la computadora para agilizar el proceso del cálculo.

En nuestro caso particular y a modo ilustrativo, nos hemos reducido a estudiar tres alternativas, por lo que tendremos las siguientes premisas:

- El plazo de ejecución está fijo.
- Los materiales básicos (tuberías, materiales para protección anticorrosiva, piezas especiales, etc.) que serán proporcionados por el cliente.
- El proyecto está definido y los datos de construcción serán entregados con oportunidad.
- Se considera que la situación económica del momento (inflación, exportaciones, etc.) se mantiene estable.
- Se usará la experiencia con antecedentes de otras obras similares.

Con lo anterior se puede anticipar que el resultado que se va a obtener en el costo de esta obra, va a depender básicamente de la estrategia escogida para atacar el problema, de la agresividad en las eficiencias supuestas, así como del establecimiento de un adecuado sistema de control y de la toma oportuna de decisiones durante su ejecución.



CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

## ESTUDIO ECONOMICO

Como se indicó en el capítulo anterior, en este texto nos referiremos a la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia y a manera de ejemplo se presentan tres alternativas así como varias restricciones bien definidas.

Las restricciones que se manejarán en el ejemplo son:

- El plazo de ejecución de los trabajos está fijo
- Los materiales básicos serán proporcionados por el cliente.
- El proyecto está perfectamente definido y los datos de construcción serán recibidos por el contratista con oportunidad.
- Se considerará que la situación económica del momento se mantiene estable.
- Se usará la experiencia con antecedentes de otras obras similares.

## PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

El primer paso para una evaluación económica será el definir el costo unitario de todos y cada uno de los recursos que intervendrán en el proyecto.

Para proceder es muy importante saber que existen dos tipos de costos.

**Costo Directo:** Son todos aquellos que intervienen directa y tangiblemente en la ejecución de un concepto dado y que se pueden cuantificar con-

certeza.

Estos se agrupan en:

- Obra de Mano
- Materiales
- Maquinaria

**Costo Indirecto:** Son todos aquellos que intervienen indirectamente en la ejecución de un concepto y que no se pueden cuantificar con certeza.

Como ejemplos tenemos:

- Financiamiento.
- Administración
- Supervisión
- Dirección
- Impuestos
- Imprevistos
- Etc.

Estos suelen valorarse como un porcentaje del costo directo. Porcentaje obtenido en base a la experiencia (Administración, Imprevistos) y a parámetros fijos (Impuestos, Cuotas Sindicales).

Además tendremos que fijar la política mediante la cual se valorizará el beneficio que obtendremos por ejecutar un trabajo, a ésto se le llama utilidad y generalmente se manifiesta como un porcentaje de los costos, tanto directo como indirecto, el cual estará definido por políticas de

la empresa.

Es muy importante hacer notar que estos costos directos deberán ser precisos e incluir todo lo que signifique un costo para la empresa. Así por ejemplo:

**Mano de Obra;** deberá verse afectada por un factor que cubra las cuotas patronales a distintas instituciones, las vacaciones, el aguinaldo, bonificaciones, días perdidos por mal tiempo, faltas, etc.

**Materiales;** deberá incluir el costo real de adquisición, más el flete, permisos de importación, temporal o definitiva, etc.

**Maquinaria;** deberá contemplar los cargos por inversión, seguros, almacenaje -- depreciación, consumos en su caso, operación en su caso, etc.

Paralelamente se podrá ir elaborando un Programa en el cual a la ejecución de una actividad se le asignen tiempos y secuencias hasta lograr un Programa de Barras o una Ruta Crítica.

A continuación se presenta la Ruta Crítica para nuestro caso particular:

**PROGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DEL POLIDUCTO DE 10"  $\phi$  SALAMANCA-MORELIA**  
**110 Km.**

| No. | F A S E                             | Rendimiento<br>Km / Dia | 1 9       |           | 8 3    |         | 1       |         |         | 9     |       |        | 8          |         | 4         |           |
|-----|-------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|     |                                     |                         | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO  | FEBRERO | MARZO   | ABRIL   | MAYO    | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1   | DERECHO DE VIA                      | 1.122                   | 18        | 32 294    | 37 322 | 43 028  | 110 000 | 31      |         |       |       |        |            |         |           |           |
| 2   | ZANJA                               | 0.769                   | 1         | 18 436    | 36 872 | 54 308  | 71 035  | 87 762  | 110 000 | 31    |       |        |            |         |           |           |
| 3   | TENDIDO DE TUBERIA                  | 0.880                   | 2         | 81 120    | 41 360 | 62 480  | 82 720  | 104 770 | 110 000 | 9     |       |        |            |         |           |           |
| 4   | SOLDADURA                           | 1.057                   | 4         | 60 085    | 43 451 | 69 785  | 88 101  | 110 000 | 16      |       |       |        |            |         |           |           |
| 5   | PROTECCION ANTICORROSIVA            | 1.145                   | 2         | 37 480    | 53 815 | 69 445  | 110 000 | 30      |         |       |       |        |            |         |           |           |
| 6   | BAJADO                              | 1.145                   | 6         | 28 180    | 61 325 | 80 150  | 110 000 | 107 830 | 3       |       |       |        |            |         |           |           |
| 7   | TAPADO                              | 1.111                   | 12        | 17 776    | 43 388 | 71 104  | 97 768  | 110 000 | 14      |       |       |        |            |         |           |           |
| 8   | OBRA ESPECIALES                     | 0.78%                   | 20        | 8 24%     | 22%    | 43%     | 62%     | 88%     | 100%    | 31    |       |        |            |         |           |           |
| 9   | TRAMPAS Y VALVULAS                  | 0.92%                   | 1         | 82%       | 93%    | 98%     | 99%     | 100%    | 31      |       |       |        |            |         |           |           |
| 10  | PRUEBA HIDROSTATICA                 | 0.9%                    | 2         | 20%       | 43%    | 69%     | 88%     | 100%    | 17      |       |       |        |            |         |           |           |
| 11  | ACONDICIONAMIENTO FINAL DEL D. D.V. | 0.916                   | 2         | 21 069    | 43 239 | 62 802  | 87 934  | 110 000 | 31      |       |       |        |            |         |           |           |

|   |
|---|
| <b>TESIS PROFESIONAL</b>  |
| <b>SERGIO ACEVES BORBOLLA</b><br><b>JULIO JOSE ARZUELLES CARDENAS</b> |
| <b>U. N. A. M.</b>  |
| <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>   |

Como se puede observar nuestra actividad crítica más importante es la excavación de la zanja, además de ser en nuestra valuación económica la actividad más cara.

En base a ésto se toma la decisión de analizar tres alternativas en torno a la excavación de la zanja.

1ra. Alternativa - Excavación de la zanja por conducto de un subcontratista.

2a. Alternativa - Excavación de la zanja con equipo rentado.

3ra. Alternativa - Uso de equipo propio de la empresa.

Para elaborar la Ruta Crítica y la valuación económica que nos permita decidir cuál alternativa es la más conveniente, se procedió con las siguientes actividades.

- 1) Analizar cada una de las actividades que intervienen en el proyecto (Cantidades de Obra y Tiempos).
- 2) Establecer una estrategia para atacar la obra, considerando todas las restricciones.
- 3) Imaginar uno o varios procedimientos constructivos para la ejecución de la obra.
- 4) Analizar los recursos y en el renglón Equipo suponer los existentes en la Empresa.

- 5) Escoger un número de máquinas.
- 6) Estimar el tiempo de ejecución con el número de máquinas escogidas y revisar si coincide con el requerido (Plazo de ejecución).
- 7) Analizar los Recursos Obra de Mano y Materiales, estimando su costo en el tiempo.
- 8) Analizar costos indirectos de obra, oficina-central o matriz y la utilidad.
- 9) Vaciar la información en formatos estructurados que permitan servir de base para un control.
- 10) Establecer la organización para el manejo de la obra.
- 11) Elaborar el catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios unitarios que servirán de base para la operación contractual de la obra.

Durante el proceso mencionado se acostumbra (y así fue en este ejemplo) retroalimentar varias veces, revisar el programa establecido y buscar nuevas posibilidades. Esto nos permitirá formular diferentes combinaciones o alternativas parciales, hasta llegar a la toma de decisiones y aprobación de la alternativa o propuesta más aceptable.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Es importante señalar que según estudios hechos por diversas Organizaciones, Centros de Educación Superior, etc., principalmente Los Estados Unidos, el mundo está amenazado de padecer una grave escasez de petróleo antes de que finalice este siglo y en donde la oferta de éste será incapaz de cubrir su propia y creciente demanda antes del año 2000. Esto sucederá probablemente entre 1985 y 1995, sin importar que los precios de los energéticos se incrementen, en términos reales en más del 50% por encima de los niveles actuales.

Las posibilidades de desarrollar los energéticos capaces de sustituir al petróleo en el corto plazo no son halagueñas especialmente para los próximos 25 ó 30 años, por lo que la tarea más importante será lograr la transición de la actual dependencia, a una mayor participación de otros combustibles fósiles, de la energía nuclear y posteriormente, de diversos sistemas renovables de energía.

Al respecto enumeramos las principales conclusiones:

- 1.- La producción de petróleo será insuficiente para hacer frente a la creciente demanda. Es muy probable que esto ocurra entre 1985 y 1995, aún cuando los precios reales de la energía se incrementen.

Las restricciones adicionales en la producción petrolera acelerarán la escasez, con lo que se reducirá aún más el tiempo disponible para buscar fuentes alternativas.

- 2.- La demanda de energía seguirá creciendo aunque los gobiernos adopten políticas vigorosas para conservar

la. Este incremento deberá cubrirse con fuentes distintas del petróleo, el cual se reservará para aquellos usos en los que resulte insustituible.

- 3.- El crecimiento sostenido de la demanda de energía requiere del desarrollo vigoroso de recursos alternativos. La modificación de la economía mundial dominada por el petróleo debe empezar en este mismo momento. El desarrollo de las alternativas llevará entre cinco y quince años y la necesidad de energéticos para reemplazar al petróleo crecerá rápidamente a medida que se aproxime a la década de los noventa.
- 4.- La electricidad generada en centrales nucleares puede contribuir de manera importante con la oferta global de energía, pese a que aún no se acepta mundialmente. La energía proveniente de la fusión no será significativa durante el resto del presente siglo.
- 5.- El carbón cuyas reservas son abundantes, es un participante potencial de gran importancia en la satisfacción de futuras necesidades. Sin embargo, para poder usarlo se requiere de programas específicos de desarrollo que incluyan la colaboración entre productores y consumidores.
- 6.- Las reservas de gas natural son lo bastante grandes como para satisfacer la demanda esperada siempre y cuando los incentivos sean suficientes como para promover el desarrollo de un transporte intercontinental masivo que resulta sumamente costoso.
- 7.- Aún cuando las reservas de otros combustibles fósiles, como las arenas bituminosas, el crudo pesado y los esquistos bituminosos son muy grandes, contribuirán probablemente poco a la satisfacción de las nece

sidades energéticas antes del año 2000.

- 8.- Con excepción de la electricidad de origen hidráulico, los demás recursos renovables (como el sol, la energía del viento, la energía de las mareas, etc.) no contribuirán de manera significativa y a escala global en la oferta de energía durante este siglo, aún cuando puedan ser importantes en algunas regiones específicas.
- 9.- Una mayor eficiencia en la utilización de la energía puede reducir todavía más la demanda y disminuir las diferencias entre ésta y la oferta energética. La política de conservación de energía deberá convertirse en elemento clave de cualquier estrategia energética futura.
- 10.- La interdependencia crítica de las naciones en materia energética requerirá de un esfuerzo de colaboración internacional sin precedentes. Además, es fundamental y urgente la voluntad de movilizar recursos financieros, mano de obra, investigación e ingenio, con un propósito común nunca antes planteado con tanta claridad en época de paz.

Es muy probable que si no se reconoce la importancia y validez de estas conclusiones y no se actúa en consecuencia y oportunamente, el mundo tal y como lo conocemos ahora sufrirá un cambio radical. La falta de acción podría conducir a elevar los precios de los energéticos a medida que se incrementan las diferencias entre la oferta y la demanda, lo que produciría efectos depresivos en las economías de todos los países del mundo y la consecuente frustración de las naciones menos desarrolladas. La energía podría convertirse en un foco de confrontación y conflicto.

El período de transición que se halla ante nosotros puede resultarnos menos arduo si reconocemos su importancia y la necesidad de actuar.

Ningún país está realmente en libertad de actuar por sí mismo y sin embargo, cada nación debe tomar sus propias decisiones.

Será importante entonces ahondar un poco más en cada una de las fuentes alternativas de energía para permitirnos visualizar las ventajas y dificultades que cada una nos presentan.

### Carbón

Conforme se llega al pico de la producción petrolera y ésta se estabiliza e inicia su declinación, los combustibles alternativos tendrán que incrementar enormemente su participación. El carbón será uno de los sustitutos más importantes en muchos países. En teoría, los volúmenes disponibles hacen posible incrementar la producción de carbón en forma significativa; sin embargo, es cuestionable que muchos países quieran producir carbón y que otros estén deseosos de consumirlo en gran escala y dentro de un marco temporal específico.

Comparado con el petróleo, el gas y la electricidad, el carbón es sucio y difícil de distribuir y utilizar. En los países desarrollados, su participación en el balance de energía ha declinado sin interrupción, a medida que los consumidores cambian a fuentes más convenientes y limpias, dejando al carbón, en la gran mayoría de los países, poco más que el papel de insumo para la producción de energía eléctrica y para la industria siderúrgica. ¿Podría modificarse esta tendencia? Existen ciertamente muchas posibilidades técnicas. El carbón puede sustituir al petróleo y al gas en la generación de electricidad y en la producción de

calor industrial; puede convertirse directamente en petróleo o gas, aún cuando sea a un costo sustancial, tanto en términos financieros como de pérdidas energéticas. En algunos países, el carbón se ha podido transformar en un combustible sólido, limpio, que no produce humo, y que es relativamente sencillo de manejar para la calefacción de casas - habitación y oficinas. Se encuentran en desarrollo nuevos métodos para la combustión limpia y sin humo del carbón, así como mejores técnicas para la disposición de cenizas; pero serán de consideración los costos y tiempos necesarios para estos avances y para efectuar los cambios requeridos en los equipos de utilización y en los patrones de preferencia.

El carbón es abundante: las reservas probadas en el mundo, que resultan ser recuperables desde un punto de vista económico, son del orden de 700 mil millones de toneladas métricas, equivalentes a tres billones de barriles de petróleo; las reservas potenciales son mucho más elevadas y posiblemente llegan a doce billones de barriles de petróleo equivalente.

Sin embargo, las reservas conocidas se encuentran distribuidas de manera muy desigual. Tres países - los Estados Unidos, la Unión Soviética y la República Popular China producen actualmente casi el 60% del total mundial de carbón; Polonia, Alemania Occidental y el Reino Unido contribuyen con un 15% adicional. El Hemisferio Sur posee también un gran potencial de reservas. Históricamente se ha observado una tendencia a suspender la exploración de carbón cuando se encuentran suficientes reservas para atender las demandas locales. En el futuro, la disponibilidad reducida de petróleo se puede convertir en el incentivo para explorar y desarrollar más yacimientos de carbón. Esto podría ser particularmente significativo para los países en desarrollo, que pueden explotar sus reservas locales de carbón a fin de reducir las importaciones de petróleo. Además, la exportación de carbón puede ser una fuente importante de divisas para algunos países.

Es probable que existan reservas abundantes de carbón en muchos países. La pregunta relevante es si el carbón podrá producirse a tiempo, dados los largos períodos de desarrollo y los enormes recursos financieros requeridos, así como la necesidad de contar con gente especializada en minería profunda, que a su vez implica mejorar las condiciones de trabajo, y la necesidad de incrementar la productividad mediante desarrollos tecnológicos.

No hay forma de calcular los volúmenes que en verdad se vayan a producir porque ello depende del momento y de la profundidad con que se realicen compromisos pertinentes y se tomen las decisiones del caso. Para alcanzar niveles tan altos de producción, habrá que efectuar cuantiosas inversiones en minas, equipo para explotar el carbón, sistemas de transporte y dispositivos para utilizar ese energético.

No hay que hacer a un lado las consideraciones ambientales, si el carbón debe convertirse en una alternativa importante para el petróleo. Es esencial una mejor comprensión de los efectos climatológicos que tendrá el uso de combustibles fósiles. Hay que recuperar aquellas áreas en que es posible la explotación del mineral a cielo abierto y, además, se debe contar con agua en suficientes cantidades para la operación de los yacimientos y para la rehabilitación de los terrenos adyacentes. Los gobiernos de varios países están muy preocupados por los costos adicionales derivados de los servicios que deben brindarse a los trabajadores mineros. Estas consideraciones ambientales, económicas y sociales requieren de una solución antes de contemplar la expansión significativa de la minería del carbón a niveles tan amplios como los planteados aquí.

### Gas natural

El gas natural es un combustible limpio y conveniente, muy adecuado para uso doméstico y comercial y para cier

tas aplicaciones industriales. Sus reservas mundiales son grandes y es poco probable que se llegue a limitar su producción en los próximos 25 años. Sin embargo, el papel futuro del gas natural como fuente de energía no estará determinado por el monto de los recursos, sino más bien por los problemas de transporte y distribución y por la actitud de los productores hacia la exportación de este energético.

El gas natural se ha movido históricamente del productor al consumidor mediante tuberías. Los elevados gastos de construcción de los ductos se justifican cuando existen reservas importantes y una demanda segura. La dependencia en el gas natural, como porcentaje de la energía total, fluctúa desde casi cero en Suecia, Dinamarca y Japón, hasta aproximadamente 30% en los Estados Unidos y 47% en Holanda.

La alternativa de los gasoductos en el transporte del gas natural en forma de líquido, que requiere de barcos refrigerados a  $-161^{\circ}\text{C}$ , e instalaciones de regasificación en las terminales de recepción. Para ello, se necesitan a su vez inversiones enormes en todo el proceso y, además, las pérdidas del gas son del orden del 25% durante el procesamiento y transporte. Las estimaciones del costo de capital de un sistema que hiciera llegar el gas desde el Medio Oriente hasta Japón o los Estados Unidos rebasan los 10 mil dólares por barril diario de petróleo equivalente. Como se trata de un combustible limpio y conveniente, este costo es competitivo en algunos casos con el de las fuentes alternativas.

El transporte de gas natural licuado lleva implícitos algunos riesgos ambientales graves. Aunque cualquier tipo de energético plantea peligros, la preocupación sobre las consecuencias de un choque entre barcos-tanque de gas natural licuado es muy seria. A pesar de las múltiples medidas que ya se han implantado para garantizar la seguridad, se sigue investigando sobre el caso y este temor específico puede llegar a limitar el transporte del energético licuado.

la conversión de gas natural a metanol simplifica - los problemas de transporte, al eliminar la necesidad de - construir barcos complejos y muy caros, así como instalacio- nes de licuefacción y regasificación. Sin embargo, la pro- ducción de metanol requiere de la construcción de plantas - muy grandes de conversión en las zonas productoras y repre- senta pérdidas del orden del 40% de la energía en el proce- so, que se comparan desfavorablemente con el 25% de pérdi- das asociadas a la producción de gas natural licuado. Los - cálculos comparativos basados en los costos actuales indi- can que la conversión de gas natural a metanol podría ser - competitiva con el gas natural licuado en caso de que debie- ra transportarse a distancias superiores a los diez mil ki- lómetros.

Las reservas más importantes de gas están lejos de - los mercados potenciales y reales, especialmente de Europa Occidental, Japón y los Estados Unidos. El comercio intercon- tinental de gas natural ha sido bastante lento en su desa- rrollo debido al transporte y a factores políticos, de mane- ra que en 1975 no llegaba más que a 300 mil barriles dia- rios de petróleo equivalente. De cualquier manera, el gas - es un combustible tan extraordinariamente conveniente desde el punto de vista del uso y su interacción con el medio am- biente, que se justifican los esfuerzos por resolver los - problemas que limitarían su desarrollo.

De acuerdo con nuestras estimaciones para el año 2000, las necesidades de importación de gas natural pueden ser de 3 millones de barriles diarios de petróleo equivalente para América del Norte, 4 millones de barriles diarios de petró- leo equivalente para Europa Occidental y 1.5 millones de ba- rriles diarios para Japón, lo que significa tener que impor- tar un total de 8.5 millones de barriles diarios de petróleo equivalente en forma de gas.

Para esto, será necesario incrementar tanto los siste

mas de gasoductos como de gas natural licuado, más allá de los niveles programados, que son del orden de 4 millones de barriles diarios de petróleo equivalente para 1985. Las Exportaciones de la Unión Soviética hacia Europa Occidental podrían contribuir con el equivalente de un millón de barriles diarios para el año 2000; por otra parte, es muy poco probable que la Unión Soviética pueda suministrar cantidades adicionales, en vista de los incrementos en la demanda interna. El resto del gas de importación tendrá que provenir sobre todo de los países de la OPEP.

### Energía Nuclear

Hay quienes piensan que la energía nuclear, capaz de suministrar una proporción importante de la energía eléctrica necesaria, permitirá reducir sustancialmente la presión sobre los combustibles fósiles hacia fines del siglo. Su confianza se basa en el costo relativamente bajo de la energía nucleoelectrónica y en el sobresaliente historial de seguridad que la operación de reactores nucleares y equipo asociado han tenido durante los últimos 25 años. Sin embargo, el carácter especial de la energía nuclear como fuente de radiactividad y su potencial destructivo han provocado la oposición pública al desarrollo de la industria nuclear en muchos países. El debate sobre estas cuestiones, con diferentes niveles de intensidad según el país, se encuentra actualmente muy difundido. Existen diversos tópicos de discusión, aún cuando probablemente los más serios se refieren a la contención de la radiactividad. El transporte, el almacenamiento y el tratamiento de los combustibles nucleares irradiados, cuyos desechos seguirán siendo radiactivos durante miles de años, son causa de gran preocupación.

El nivel máximo supone que la energía nuclear será el principal reemplazo de los combustibles fósiles y que los obstáculos políticos y técnicos serán resueltos a tiempo. El nivel mínimo también supone una solución temprana de los oby

táculos que retrasan actualmente el desarrollo nuclear en muchas partes del mundo, pero en este caso la base de reemplazo es el carbón. Después de sumar los estimados nacionales, se estimó el crecimiento para el resto del mundo a fin de obtener el total. Así se llegó a un orden de magnitud que permite percibir la contribución que podría llegar a tener la energía nuclear en el año 2000.

Lo anterior ha conducido a afirmar que en el año 2000 la contribución de la energía nuclear en los países no socialistas podría corresponder, en términos de energético primario, a un mínimo de 14% de las necesidades totales, o bien a un máximo de 21% de esas necesidades, niveles que representan respectivamente 22 millones de barriles diarios de petróleo crudo equivalente y 43 millones de barriles diarios de petróleo crudo equivalente.

En el caso del desarrollo mínimo, la tasa de crecimiento anual para la energía nuclear sería de 11%, mientras que en el caso del máximo posible habría de incrementarse con ritmos anuales del 14%. Si estas tasas de crecimiento parecen elevadas, hay que tener presente que parten de las capacidades relativamente pequeñas que se tienen actualmente.

Los análisis nos sugieren que con voluntad política y acciones firmes y rápidas para solucionar los principales problemas, nuestras proyecciones para una expansión nuclear importante son técnicamente factibles en términos del uranio, las instalaciones físicas y otros recursos críticos. Para alcanzar un desarrollo nuclear de esta magnitud deberán construirse los reactores y expandir con rapidez la minería del uranio; lo mismo tendrá que ocurrir con las instalaciones para enriquecer el mineral y para procesar combustibles irradiados. Será necesario continuar los esfuerzos de investigación y desarrollo a fin de encontrar los métodos de reprocesamiento de combustible más adecuados, así como para seleccionar los mejores sitios donde almacenar los desechos ra-

diactivos. Si lo anterior no se hace, los pronósticos de expansión nuclear podrían retrasarse varios años.

La controversia nuclear no debe verse como una elección entre todo y nada. Pueden considerarse de hecho tres etapas de selección en un programa nuclear: 1) La operación de reactores basada en una única utilización del uranio, esto es, sin reprocesamiento; 2) El Procesamiento del combustible irradiado, a fin de extraer el plutonio y el uranio contenidos en los elementos combustibles, y 3) La operación de reactores rápidos de cría. La mayor parte del debate actual se concentra sobre los puntos 2 y 3, ya que en general hay acuerdo a escala mundial respecto al punto primero. A pesar de esto, las autorizaciones para proceder a la construcción y operación de plantas nucleares se encuentran detenidas en algunos países por cuestiones derivadas de la falta de solución respecto a los puntos 2 y 3. La separación de estas etapas permitiría proseguir con la construcción de plantas nucleares (con sus tiempos de construcción comprendidos entre seis y diez años) mientras se resuelven los temas de discusión derivados de los puntos mencionados. Algunos países han decidido ya sus cursos de acción, otros deberán hacerlo rápidamente.

A partir del año 2000 será necesario hacer frente a nuevos desafíos. El ritmo de expansión nuclear podrá mantenerse sólo si se populariza el uso de los reactores de cría (que utilizan material fisionable para producir energía, pero que también convierten material no fisionable en fisionable) en la década de los noventa. También será necesario encontrar reservas adicionales de uranio de gran magnitud para apoyar el programa nuclear. Francia, el Reino Unido de los Estados Unidos, Japón y un grupo integrado por Alemania, Bélgica, Holanda y Luxemburgo, así como otra agrupación internacional entre Francia, Italia y Alemania, se dedican en la actualidad al desarrollo de reactores rápidos de cría. En los

Estados Unidos y el Reino Unido el ritmo de desarrollo es muy lento, debido a las controversias que ha surgido. La tecnología es nueva y los tiempos de desarrollo, muy largos; es por tanto incierta la escala de expansión que se podrá alcanzar hacia 1990.

Parece poco probable que los reactores de cría puedan suministrar más del 5% de la energía nucleoelectrica en el mundo, sin considerar los países socialistas, para el año 2000. La mayoría de los especialistas ve pocas esperanzas de que la fusión nuclear tenga alguna participación en el abastecimiento de energía antes de que empiece el siglo XXI.

### Hidroelectricidad

La energía hidroeléctrica es actualmente una importante fuente energética en muchos países y en el mundo del futuro su importancia no declinará. La mayor parte de la expansión hidroeléctrica ocurrirá en los países en desarrollo en donde se estima que sólo se aprovecha el 4% del potencial. De cualquier manera, la expansión hidroeléctrica en este tipo de países se encuentra restringida por la localización de los sitios potenciales y por el amplio margen de tiempo requerido para la construcción de los proyectos. Por tanto, para hacer estimaciones conservadoras respecto al crecimiento futuro de la energía hidroeléctrica en los países en desarrollo, se supuso que la producción de electricidad primaria crecerá de aproximadamente un millón de barriles diarios de petróleo equivalente en 1972, a un máximo del orden de 4.5 millones de barriles diarios de petróleo equivalente en el año 2000. Esta estimación podría resultar inferior a la realidad, si algunos de los países desarrollados, debido a sus limitaciones en recursos energéticos, o por otras razones, deciden transferir industrias que consumen muy altos volúmenes de energía, como es el caso de la industria de aluminio, a aquellos países en desarrollo que están provistos de abundantes recursos hidráulicos, o que brindan un fácil acceso a la materia prima.

El crecimiento de la hidroelectricidad en los países desarrollados, que actualmente representa más del 80% de la energía hidroeléctrica que se genera en los países no socialistas, será menor que en los países en vías de desarrollo - debido a que el potencial hidroeléctrico está prácticamente utilizado, y también porque las preocupaciones por el medio ambiente podrán limitar el desarrollo de algunos de los sitios que no se aprovechan todavía. Ciertas tecnologías nuevas, como las turbinas de flujo axial, podrían incrementar el número de sitios potenciales. Los pronósticos muestran que la hidroelectricidad en Europa Occidental, Japón y América del Norte pasará de 5 millones de barriles diarios de petróleo equivalente en 1972 a un máximo de 7.5 millones de barriles diarios para el año 2000.

#### Otros combustibles fósiles

El crudo pesado, las arenas bituminosas y los esquistos bituminosos son de interés inmediato, sobre todo porque pueden convertirse en combustibles líquidos, similares a los obtenidos a partir del petróleo crudo, y porque pueden aumentar la infraestructura energética existente. Los recursos de este tipo de combustible son abundantes comparados con los recursos petroleros convencionales; sin embargo, la producción actual es inferior a los 200 mil barriles diarios de petróleo equivalente. Los análisis muestran que en los escenarios donde se supone un precio creciente de la energía, su producción podría llegar a 3 millones de barriles diarios de petróleo equivalente para el año 2000. Los gastos de capital y operación son muy superiores a los asociados a la producción de petróleo convencional y el desarrollo de algunas de estas fuentes presenta problemas ambientales de consideración, que deberán resolver antes de que la producción pueda crecer. Tal vez sea necesario un aumento importante del precio mundial del petróleo para alentar la producción de este tipo de combustibles.

Las reservas conocidas más importantes de esquistos bituminosos se encuentran en los Estados Unidos; existen cantidades significativas también en Brasil, la Unión Soviética y la República Popular China. Se han detectado volúmenes menores en otros países, como, por ejemplo, en Suecia. A la fecha, las actividades de desarrollo sugieren que las distintas tecnologías para extraer petróleo a partir de los esquistos tienen costos sustancialmente más elevados que los correspondientes al petróleo importado. Por lo menos en las etapas iniciales de desarrollo, habrá que contar con subsidios gubernamentales y, además, deben resolverse los problemas ambientales que plantean los esquistos bituminosos antes de que pueda pensarse en una producción a gran escala.

### Energía geotérmica

La energía geotérmica puede obtenerse del vapor natural o a partir de rocas calientes y secas. El vapor natural es económicamente competitivo, pero los recursos están muy limitados, ya que se requiere de una combinación, en cierto sentido desusada, desde el punto de vista geológico, de rocas calientes, un sistema subterráneo de agua y una cubierta impermeable de roca que impida la salida del vapor y, a la vez, ejerza presión sobre él. La capacidad total instalada de energía geotérmica llegó a 1400 megavatios en 1975. La energía de las rocas calientes podría incrementar sustancialmente la disponibilidad de recursos geotérmicos, pero esta tecnología se encuentra todavía en una etapa muy temprana de su desarrollo.

### Energía solar y otras fuentes energéticas renovables

Los esfuerzos de investigación y desarrollo sobre el calor proveniente del Sol, la energía eléctrica generada por ese medio, la energía de las mareas o del viento, junto con otras fuentes energéticas renovables, ha recibido últimamente mucho apoyo, debido a que representan a largo plazo

fuentes limpias y de magnitud considerable. Ciertas aplicaciones, como el calentamiento del agua por medio del sol, o la calefacción ambiental solar, son ya competitivas en algunos países y serán, desde el punto de vista económico, cada vez mejores, a medida que las alternativas convencionales se vuelven más costosas. En el caso de otras tecnologías solares, los costos de inversión siguen siendo tan elevados que aún no resultan atractivos; los costos de operación y mantenimiento son todavía inciertos y, además, persisten problemas técnicos de difícil solución, particularmente en lo relativo al almacenamiento de la energía durante los períodos en que no brilla el sol o cuando el viento está en calma. Más aún, existen diferencias importantes entre cada país, e incluso entre regiones distantes unos cientos de kilómetros entre sí, tanto en niveles de insolación como en intensidades del viento y, por tanto, en la eficiencia económica de estas fuentes.

Si bien las cantidades agregadas de energía disponible a partir de estas fuentes serán relativamente pequeñas en el futuro inmediato, pueden tener mucha importancia en términos humanos, debido a la gran cantidad de gente, sobre todo en los países en desarrollo, que podrían beneficiarse con ellas.

La investigación, el desarrollo y la demostración de los sistemas de energía renovable deben recibir la mayor prioridad en un plazo inmediato. Las fuentes energéticas renovables desempeñarán un papel de importancia crucial en el siglo XXI, al declinar aún más el petróleo y el gas natural, sobre todo si se limita el aprovechamiento de la energía nuclear y el carbón, por razones ambientales o cuestiones de seguridad.

#### Medio ambiente y clima

El deterioro del medio ambiente causado por la pro-

ducción y utilización de los energéticos puede clasificarse en dos categorías generales: 1) Los efectos locales, que pueden controlarse mediante la tecnología apropiada y cuyos costos pueden incluirse en los precios de la energía, y 2) Los efectos regionales o globales, que son sumamente difíciles o imposibles de controlar.

Los efectos locales incluyen la contaminación del agua debida a la minería, al transporte de combustible y a la disposición del calor de desecho de las plantas eléctricas, así como la contaminación proveniente de las emisiones de automóviles, o de la combustión del petróleo, gas y carbón (por ejemplo, partículas, azufre, óxidos de nitrógeno, etcétera).

La degradación del suelo causada por la minería, o la contaminación ocasionada por derrames de barcos-tanque cargados de petróleo, o bien la producida durante las operaciones de extracción de petróleo en el mar, son básicamente controlables, siempre y cuando se esté dispuesto a pagar los costos, bien sea en el precio de los productos o a través de impuestos, y con tal de que sean efectivos los controles nacionales e internacionales mediante la imposición, por ejemplo, de reglas que hagan mínima la contaminación de los océanos proveniente de la operación de buques-tanque.

Respecto a los efectos globales del empleo de la energía que han empezado a ser fuente de preocupación, se cuenta la acumulación de bióxido de carbono en la atmósfera, como resultado del uso de los combustibles fósiles, fenómeno que se conoce como el efecto invernadero. Por otro lado, la presencia de partículas en la atmósfera puede afectar el clima en sentido opuesto. Se sabe bastante poco sobre la compleja mecánica de estos fenómenos como para predecir cuál será el efecto neto. Aún es necesario investigar mucho sobre ellos, tanto a escala regional como global.

Otro tópico que preocupa a nivel regional o global es el manejo y almacenamiento de los desechos altamente radiactivos resultantes de la operación de centrales nucleares. El estudio de métodos para ocuparse de los desechos radiactivos de una manera segura forma parte del debate actual sobre la energía nuclear.

En la mayoría de los casos el conocimiento de los efectos regionales y globales de la energía en el medio ambiente es sumamente limitado. El problema se agrava debido a las dificultades para establecer una distinción entre los efectos ambientales que provoca el uso de la energía y los fenómenos naturales, que se suma al problema para determinar la naturaleza exacta de los procesos físicos y químicos que resultan en modificaciones climáticas o ambientales. Algunos expertos temen que los efectos de la combustión en el clima puedan ser irreversibles. En este caso, la acción preventiva será efectiva solamente si el problema se reconoce y se actúa con suficiente antelación.

Las perspectivas para México en relación al carbón y la energía nuclear son semejantes a las del resto del mundo; la excepción es el caso del gas natural. El carbón es un recurso relativamente escaso en México. Con todo sus reservas actuales son mucho más que suficientes para cubrir la demanda interna, hasta el año 2000. Sin embargo, al igual que en el resto del mundo, el desarrollo del carbón como fuente energética alternativa al petróleo es altamente problemático.

En cuanto a la energía nuclear, la falta de tecnología para manejar los desechos radiactivos frena la explotación de este recurso; a pesar de ello, se estima que la energía nuclear va a proporcionar alrededor de un 9% de la energía consumida por el país en el año 2000.

En relación al gas natural, por diversas circunstan

cias, el mercado de energía se ha desarrollado sin tener en cuenta la disponibilidad de este energético que es relativamente abundante en nuestro país. El gas natural requiere para su aprovechamiento de sustanciales inversiones en equipo de recolección y distribución.

El troncal y la red de gasoductos con que cuenta México hace posible lograr el máximo aprovechamiento de este hidrocarburo, sin que esto implique el que no se tenga la necesidad de ampliarla.

Dentro de los energéticos sustitutos, la energía hidroeléctrica tiene reducido potencial futuro en nuestro país.

Actualmente se explota 27% de la capacidad hidroeléctrica y se piensa que para el año 2000 se estará explotando el 80% de esa capacidad, aún así, se prevé que su participación en el consumo interno de energía disminuirá de 7% en 1976 a 5% en el año 2000.

Con todo, México tiene pocas posibilidades de diversificar su producción doméstica de energía, por lo menos durante los próximos 25 ó 30 años. Esta situación se agrava por la excesiva dependencia que tiene México sobre los hidrocarburos para la generación de su oferta interna de energía.

A la vez, nuestro país se convierte en un exportador importante de petróleo. Es imposible soslayar la enorme trascendencia de este acontecimiento, pues tiene y sobre todo tendrá repercusiones decisivas en todos los campos de nuestra economía y por lo mismo también en el orden social y político.

Del uso que se haga de la explotación del gas y del

petróleo depende el futuro mediano y a largo plazo de la so  
ciedad mexicana.

Las circunstancias por las que se atraviesa abren -  
una oportunidad única para replantear el modelo de desarro-  
llo del México posrevolucionario, actualmente en crisis.

La responsabilidad de todos los sectores que inter-  
vienen en las decisiones sobre la política petrolera es - -  
enorme, de ahí la necesidad de una evaluación minuciosa, -  
crítica e independiente de lo que hasta ahora se ha hecho -  
en esta materia y de las opciones que se abren.

Entre más se ahonde en las consecuencias presentes  
y futuras que entraña la expansión de la producción de hi-  
drocarburos, menores serán las posibilidades de que se malo-  
gre la oportunidad histórica que ahora se presenta para Mé-  
xico.

VII BIBLIOGRAFIA

**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Las perspectivas del Petróleo Mexicano  
El Colegio de México  
Centro de Estudios Internacionales.
- 2.- Petróleo y Soberanía  
Proceso
- 3.- Petróleo: ¿ México Invadido ?  
Luis Suárez  
Editorial Grijalbo
- 4.- La Renta Petrolera  
Jean Pierre Angelier  
Editorial Terra Nova
- 5.- Ductos en Construcción en el Mundo  
Pipeline & Gas Journal  
Agosto 1977
- 6.- Energía: Perspectivas Globales 1985-2000  
Mc. Graw Hill Book Co.
- 7.- Efectos Económicos e Implicaciones  
Geopolíticas de los yacimientos Gigan-  
tescos de Petróleo.  
American Scientist vol. 64  
sept.- oct. 76
- 8.- Cronología de la Industria Petrolera  
Mexicana.  
International Petroleum Encyclope  
dia 1978, una publicación de Pe -  
troleum Publishing Co. Tulsa,  
Oklahoma, U.S.A.

**BIBLIOGRAFIA:**

- 9.- La Industria Petrolera Mexicana en Perspectiva.

International Petroleum Encyclopedia 1978, una publicacion de Petroleum Publishing Co. Tulsa, Oklahoma, U.S.A.

- 10.- El Petróleo Mexicano, mitos realidad y Futuro.

World Oil 1ºfeb. 1979

- 11.- Line Pipe for the trasmission of Oil, Gas, Gasoline and other petroleum products.

National tube Division  
Pittsburgh,Pe.  
United States Steel Corporation.

- 12.- Normas y Especificaciones de Proyecto y Construcción de Obras. Sistema de transporte de Petróleo por tubería.

Petroleos Mexicanos

- 13.- Revista Mexicana de la Construcción

Infraestructura Petrolera  
Organo Oficial de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.  
No.331 mayo 1982.