

25
2ij

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

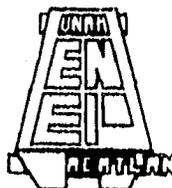


**TRATAMIENTO E INSTALACION DE TUBERIA PARA EL
ACUEDUCTO HUITZILAPAN-JALAPA
TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

MARCO ANTONIO MOSQUEDA CALVO



NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO 1996

**TESIS CON
TESIS CON FALLA DE ORIGEN
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedico este trabajo a mi madre:

En memoria de Martha Calvo Rodríguez.

Agradezco a mi padre Luis Mosqueda García el haberme dado una educación, sin su ayuda la elaboración de este trabajo no hubiera sido posible.

Agradezco muy especialmente a la familia Jiménez Calvo por aceptarme en su casa y hacerme sentir como en casa durante mucho tiempo, gracias a mi tío el Ingeniero Raúl Jiménez Malanche por su ayuda en la realización de esta tesis y mostrarme como es el trabajo de un ingeniero civil; sin su ejemplo quizá no hubiera terminado esta carrera. Gracias a mi tía Susana Calvo por cuidarme y preocuparse por mi, a mis primos Raúl, Ricardo, Susana y Enrique por soportarme todos los fines de semana en Torreón.

Muchas gracias a mi tía Lupita por todo, ya que después de mis padres es la persona que más me ha ayudado y apoyado desde que yo recuerdo, si llegas a leer esta parte quiero que sepas que te quiero mucho. También gracias a mi tío Héctor Fuentes Trejo y a mis primos Alejandro y Beto por su ayuda y amistad.

Gracias a mi tío Eduardo Calvo y a mi primo Eduardo Calvo ya que por sus palabras de aliento sé que siempre puedo contar con ellos.

Agradezco a mis hermanos, que aunque no lo digan cuento con su apoyo: José Luis, Sandra, Adriana y muy especialmente a Irma.

Gracias a Gladys por su ayuda.

Muchas gracias a mi familia pues participaron implícitamente en la elaboración de esta tesis.

Agradezco también:

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de tener una educación superior.

A los profesores de la E.N.E.P. "Acatlán" por hacer de mi una persona mejor preparada.

A mi asesor el Ingeniero Víctor Perusquia Montoya por su ayuda en la realización y terminación de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de generación por su amistad y apoyo: Marco, Roberto, Jorge, Gerardo, Luis, Carlos y en especial a mi amigo de muchos años Irineo Vázquez.

En fin, muchas gracias a todas aquellas personas que de alguna manera tuvieron que ver en la elaboración de esta tesis.

TRATAMIENTO E INSTALACION DE TUBERIA PARA EL ACUEDUCTO HUITZILAPAN-JALAPA.

Objetivo general:

Exponer los diferentes procesos y especificaciones necesarias para el desarrollo del proyecto de línea de conducción del acueducto Huitzilapan-Jalapa.

INDICE

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS.....	2
INDICE	6
INTRODUCCION	8
CAPITULO I.	
Objetivo particular.- Justificar el desarrollo y materialización del proyecto del acueducto, así como conocer un poco las estructuras necesarias para el buen funcionamiento del proyecto en general.	
I. GENERALIDADES	10
I.1. UBICACION	10
I.1.1. SITUACION SOCIOECONOMICA	10
I.1.2. UBICACION GEOGRAFICA	15
I.1.3. HIDROGRAFIA, OROGRAFIA Y GEOLOGIA	17
I.2. ESTUDIOS PRELIMINARES	18
I.2.1. DE PLANEACION	18
I.2.2. DE TOPOGRAFIA	20
I.2.3. DE GEOTECNIA	21
I.2.4. DE POTABILIZACION Y TRATAMIENTO.....	22
I.2.5. DE HIDROLOGIA	23
I.3. OBRA DE CAPTACION	25
I.3.1. PRESA DERIVADORA LOS COLIBRIES	27
I.3.2. SEDIMENTADOR	28
I.4. LINEA DE CONDUCCION	29
CAPITULO II.	
Objetivo particular.- Describir las diferentes actividades realizadas durante el tratamiento de la tubería para el buen funcionamiento y conservación de la línea de conducción.	
II. TRATAMIENTO	31
II.1. LIMPIEZA	34
II.2. RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO	37
II.3. CONTROL DE CALIDAD	50
II.4. ACARREO DE TUBERIA	53
II.5. CORTE Y BISELADO	60
II.6. RESUMEN DE RENDIMIENTOS PARA TRATAMIENTO.....	64

CAPITULO III.

Objetivo particular.- Observar los diferentes métodos y rendimientos de campo para la excavación de zanjas, además el equipo necesario para la ejecución de dicha actividad.

III. EXCAVACION DE ZANJAS	67
III.1. EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA	68
III.2. EXCAVACION EN CRUCES	70
III.3. RELLENO DE ZANJA	71
III.3.1. RELLENO DE ZANJAS DE RIOS Y ARROYOS	73
III.3.2. RELLENO DE ZANJAS CON PENDIENTES MAYORES DE 20%	73
III.4. CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS ESPECIALES	74
III.5. RENDIMIENTOS	75

CAPITULO IV.

Objetivo particular.- Exponer la problemática que se presento durante la instalación de la tubería.

IV. INSTALACION DE TUBERIA	82
IV.1. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	82
IV.2. BAJADO DE TUBERIA	87
IV.3. PROCESO DE INSTALACION DE LA TUBERIA EN LINEA.....	92
IV.4. INSPECCION RADIOGRAFICA DE LA SOLDADURA	98
IV.5. INSTALACION DE TUBERIA FUERA DE ZANJA	107
IV.6. INSTALACION DE TUBERIA EN PENDIENTES MAYORES AL 20%	116
IV.7. INSTALACION DE TUBERIA EN CRUCES DE RIOS Y ARROYOS	116
IV.8. FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES	117
IV.9. RENDIMIENTOS DE INSTALACION	124
V. COMENTARIOS FINALES	128
V.I. RESUMEN ILUSTRATIVO	136
BIBLIOGRAFIA	155

INTRODUCCION

El acueducto Huitzilapan-Jalapa es un claro ejemplo de las necesidades de todas las comunidades de hoy en día, como lo es la necesidad del agua potable.

Una de las comunidades con mayor crecimiento demográfico en los años ochentas fue la de Jalapa, Veracruz. Esto debido a un mayor auge de educación e industrialización que hubo en esa época en Jalapa, lo que motivo al Gobierno de Veracruz, y a la Secretaria de Recursos Hidráulicos a lanzar una convocatoria para concursar en el proyecto del acueducto Huitzilapan-Jalapa.

En los años de 1986 y 1987 se elaboró el proyecto de la línea de conducción Huitzilapan-Jalapa que consiste en su primera etapa en captar 1000 l.p.s. de las aguas del río Huitzilapan en el estado de Puebla, que dá origen al río la Antigua en Veracruz, mediante la construcción de una presa derivadora, un tanque sedimentador de 2000 M3 de capacidad ubicado en el municipio de Quimixtlan, Estado de Puebla y conducir el agua al tanque No. 4 en la colonia Cuauhtemoc en el municipio de Coatepec, Veracruz, por la línea de tubería de acero con diámetros de 24, 30 y 36 pulgadas y una longitud de 46 Km.

El tanque No. 4 de 1000 M3 de capacidad se interconecta a la caja No. 4 de 300 M3 de capacidad que se construyó en el año de 1981, de donde parte una tubería de asbesto cemento de 24 pulgadas de diámetro y 11 Km. de longitud hasta una caja rompedora de presión que también se construyó en la loma de Chiverios de la ciudad de Jalapa, estas obras así como la presa derivadora de cinco palos sobre el río del mismo nombre y su línea de interconexión a la caja No. 4 de tubería de asbesto cemento de 8, 10 y 12 pulgadas de diámetros y gasto de 80 l.p.s. constituyen el proyecto del acueducto Huitzilapan-Jalapa, este trabajo describe los diversos procedimientos que se siguieron para el desarrollo del mismo, pero en especial lo correspondiente al tratamiento e instalación de la línea de conducción.

De esta manera el Gobierno del Estado de Veracruz dio solución a la falta de suministro de agua potable en el Municipio de Jalapa, mediante convenio celebrado con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la obra del acueducto Huitzilapan-Jalapa se construyó con la intervención de la Secretaría en lo correspondiente a la dirección técnica, estableciéndose para ello la residencia general del acueducto, y por parte del gobierno la coordinación general del acueducto. La obra se inició en el mes de marzo con la construcción de la presa derivadora "Los Colibríes" sobre el río Huitzilapan y su camino de acceso del poblado de Chilchotla a la presa de 6.8 Km.

I. GENERALIDADES

Las obras hidráulicas en general se pueden agrupar en cuatro ramas que son las obras de captación, conducción, distribución y eliminación de excedentes; en este primer capítulo se hablara sin profundizar mucho, de las partes que esta compuesto un acueducto, y los estudios preliminares necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos. La siguiente descripción sólo mostrara los trabajos iniciales de gabinete y proyección para la obra descrita; en los siguientes capítulos nos abocaremos a el tema principal de esta tesis, el tratamiento e instalación de la tubería.

I.1. UBICACION

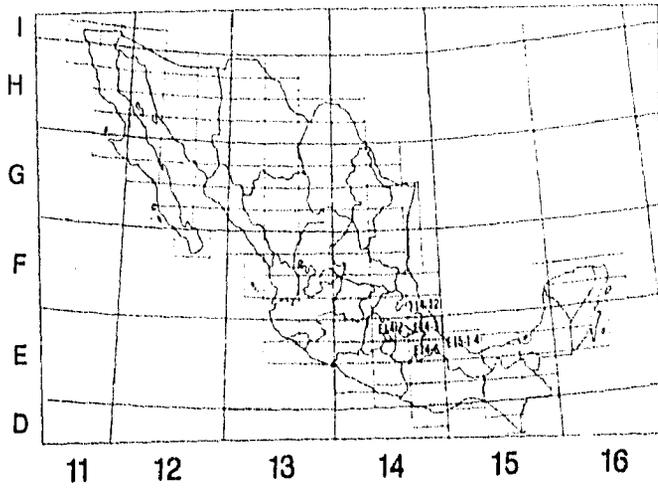
Es importante tener una idea de las condiciones en que se encontraba el lugar donde se desarrolló el proyecto (ver figura I.1. Pág. 11), de esta manera podremos deducir los beneficios que proporciona una vez en servicio y las posibles dificultades para su construcción. Así pues, se presenta una breve descripción de las condiciones físico - socioeconómicas de la zona donde se encuentra la línea de conducción, de acuerdo con la época en que se desarrolla.

I.1.1. SITUACION SOCIOECONOMICA

En 1987 la población de los municipios de Jalapa en Veracruz, fue de 340,463 habitantes de los cuales el 93.9% era la población urbana y el 6.1% era rural. Se estima que para el año 2,000 la población total será de 704,567 habitantes. La tasa media anual de crecimiento fue de 6.63 por década de 1970 a 1980. La densidad de la población es de 2,407 habitantes por kilometro cuadrado. En 1986 la población del municipio represento el 4.071% del total del estado y el 0.341% del país.

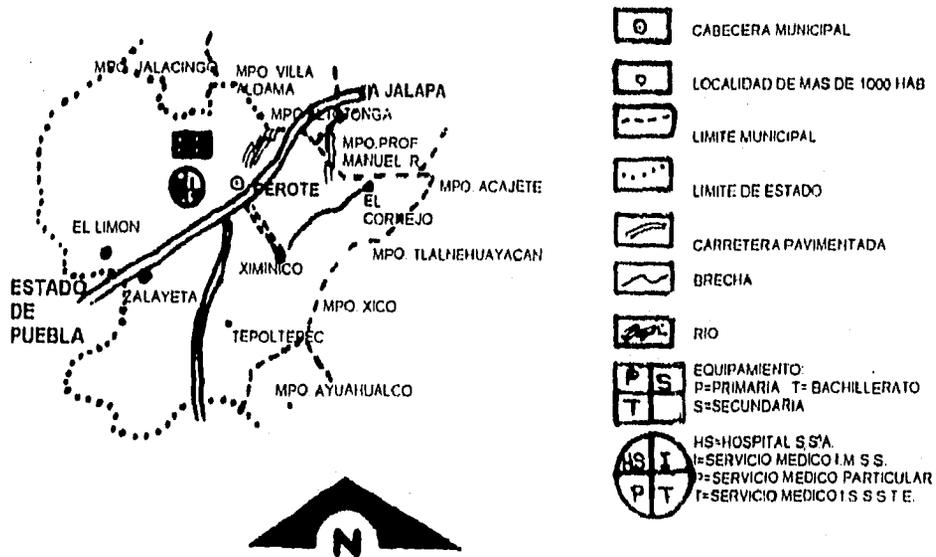
LOCALIZACION DE LA ZONA SOBRE CUADRICULA DE UBICACION PARA CARTAS A ESCALA 1:250,000
 Zona: Tlaxcala, Puebla Veracruz
 Carta E-14-3, Veracruz.

Figura I.1.

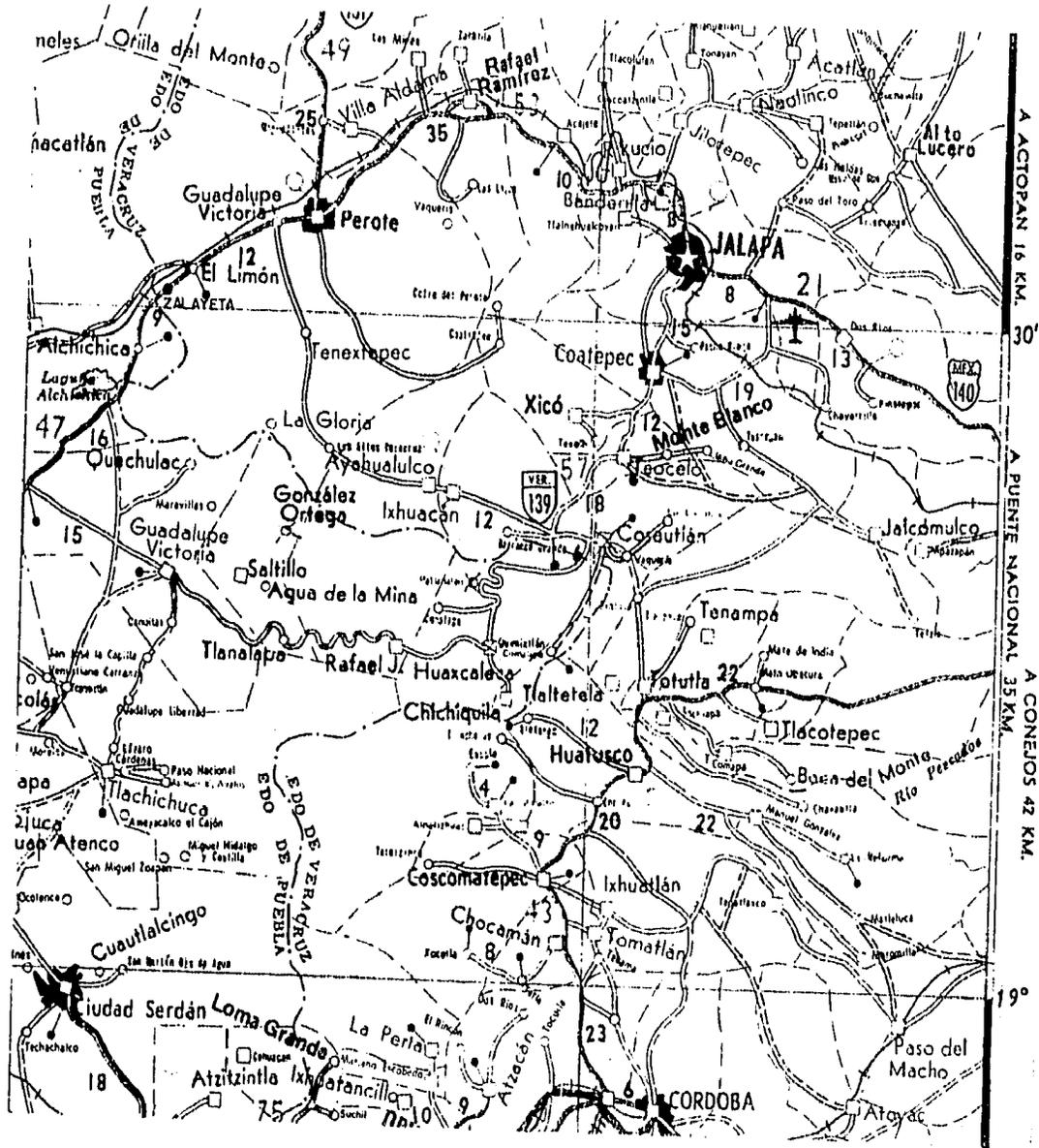


MUNICIPIO DE PEROTE
 Patio de tratamiento en Zafayeta Km. 78+000 de la carretera Perote-Acatzingo.

Figura I.2.



UBICACION DE LA OBRA
 Figura I.3.





SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

MAPA DE CARRETERAS

Federal de Cuota		
Federal Libre		
Estatad en Cooperación		
Mano de Obra		
Pavimentada		
Revestida		
Terracería		
Brecha		
Proyecto		
Ferrocarril		
Transbordador		
Chalán		
Aeropuerto Largo Alcance		
Aeropuerto Mediano Alcance		
Aeropuerto Corto Alcance		
Ríos		
Corriente Intermitente		
Laguna temporal		
Canal		
Pantano		
Totales		
Parciales		

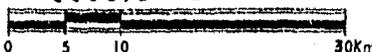
	Capital de Estado
	Ciudad Importante
	Cabecera Municipal
	Población
	Límite Internacional
	Límite Estatal
	Límite Municipal

TORREON	Mayores de 100,000 habs.
CELAYA	de 50,000 a 100,000 habs.
CORDOBA	de 20,000 a 50,000 habs.
Yautepec	de 10,000 a 20,000 habs.
Castañes	de 5,000 a 10,000 habs.
Chamotón	de 2,500 a 5,000 habs.
Palau	de 1,000 a 2,500 habs.
Nva. Sombriete	de 500 a 1,000 habs.
El Cuervo	de 1 a 500 habs.

La información de carreteras de los Estados federales y este Estado Federal, está vista con detalle en el mapa del Estado correspondiente.

Escala 1: 600 000

Escala Gráfica



NOTA: Las distancias indicadas al margen cuentan a partir de la última indicación de kilometraje.

ELABORADO POR LA DIRECCION GENERAL DE ANALISIS DE INVERSIONES OFICINA DE CARTOGRAFIA APLICADA

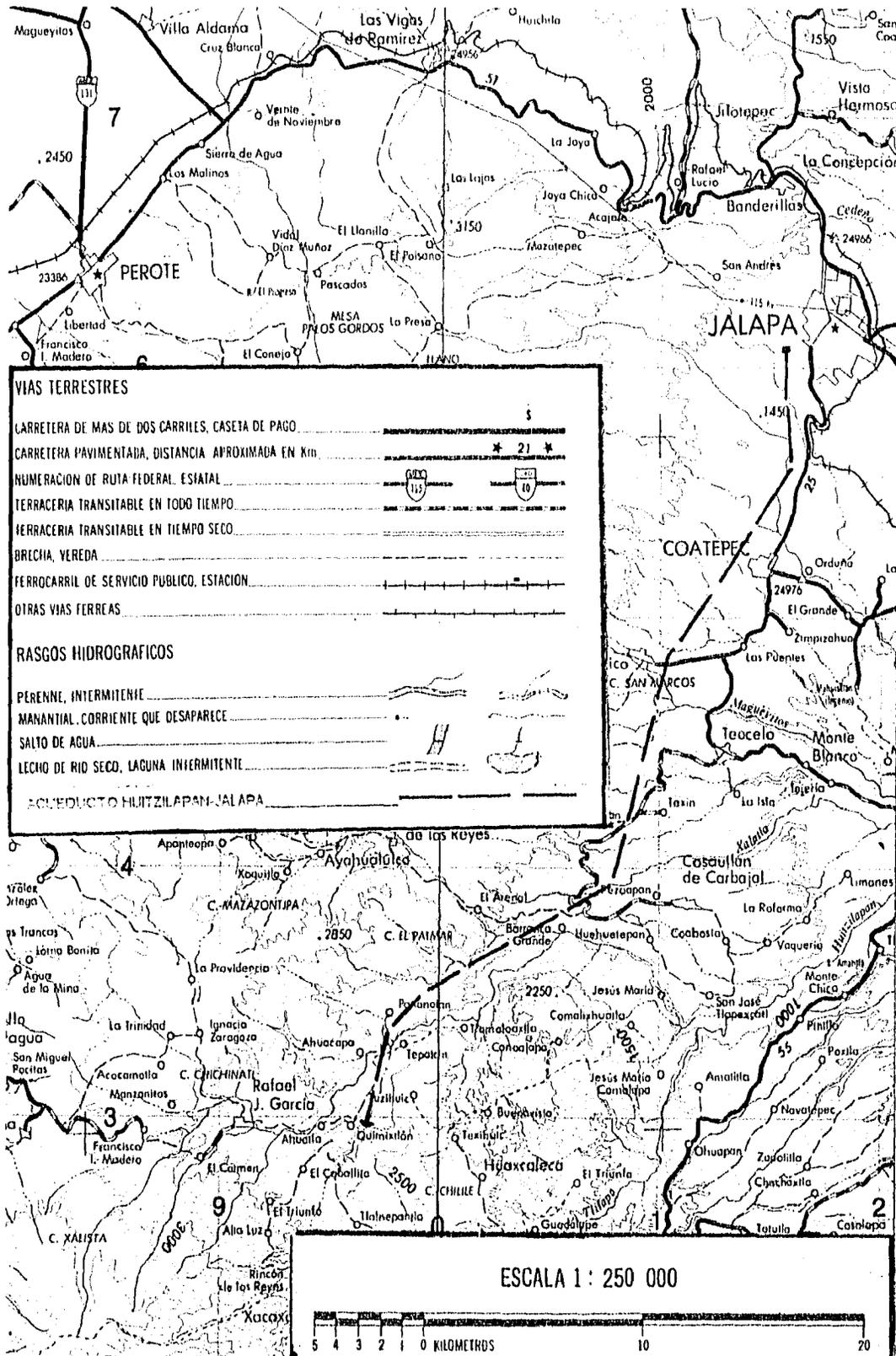
FUENTES DE INFORMACION

Carreteras Federales y en Cooperación	Inventario de Carreteras S. O. P.
Estado superficial de las carreteras	Informe de Avances S. A. H. O. P.
Brechas	Información directa
Población	Censo de población 1970 S. I. C.

1980

CROQUIS DE LOCALIZACION DEL RIO HUITZILAPAN, OBRA DE TOMA EN QUIMIXTLAN Y LINEA DE CONDUCCION HASTA JALAPA.

Figura 1.4



Existen los niveles de educación preescolar, primaria, secundaria, bachillerato y superior. En el nivel superior existen matemáticas, arquitectura, economía, ingeniería, medicina, antropología y sociología.

La población económicamente activa (PEA) para el año de 1980 fue de 76,442 habitantes distribuida principalmente en las siguientes actividades: El 25.6% actividades de servicios comunales, el 11.7% en comercio de mayoreo y menudeo. El 9.1% en la construcción y el 33.5% en otras actividades no específicas.

Dentro de las actividades económicas más comunes están; la agricultura, donde la producción más importante es el café, caña de azúcar, maíz, naranja, frijol y plátano. Ganadería; destacando la cría del ganado vacuno y ovino. Industria; la industria más común es la fabricación de cortinas y de otros trabajos de herrería, además de este tipo de industria encontramos también la fabricación de partes sueltas, pan y pasteles, y molinos de nixtamal, como podemos ver el sector industrial no se desarrolla plenamente, debido a que no se cuenta con los recursos e instalaciones necesarias para su buen desenvolvimiento. Las instalaciones de suministro de agua son necesarias para esta actividad, de tal forma que la construcción del acueducto beneficia a este sector así como crea fuentes de trabajo como lo es en la industria de los alimentos y sus conservados.

Por último encontramos el comercio, esta actividad se realiza en gran parte de los municipios que rodean Jalapa.

I.1.2. UBICACION GEOGRAFICA

La obra de toma se ubica en el municipio de Quimixtlan que se localiza en el estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 19° 11' 16" y 19° 20' 42" de altitud norte y los meridianos 96° 11' 24" y 97° 11' 24" de longitud

occidental tiene una superficie de 114.81 kilómetros cuadrados y altura promedio de 2250 metros sobre el nivel del mar.

El destino y final de la línea de conducción es el municipio de Jalapa o Xalapa, en Veracruz, que se encuentra en las coordenadas siguientes: del meridiano 96° 49' al 96° 59' de longitud oeste y del paralelo 19° 30' al 19° 36' de latitud norte. Su altura promedio es de 1400 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 118.45 kilómetros cuadrados lo cual representa el 0.16 por ciento del total del estado, colinda al norte con lo municipios de Banderilla y Jilotepec, al sur con Emiliano Zapata y Coatepec, al este con Actopan y al oeste con Tlanelhuayacan, al noroeste con Naolico y por último al noroeste con Acajete.

El trazo de la línea de conducción hizo afectaciones dentro de los municipios de Patlanalán, Xico y Coatepec (ver figura I.3., Pag. 12).

El patio de tratamiento se localiza en el municipio de Perote, en una localidad llamada Zalayeta, se localiza geográficamente entre las coordenadas extremas del meridiano 97°06' al 97°26' de longitud oeste y del paralelo 19°24' al 19°39' de latitud norte. Su altitud promedio es de 2394 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 735 kilómetros cuadrados que representa el 1.01% del total del estado. Colinda al norte con los municipio de Jalatzingo, Altotonga y las Vigas de Ramirez, Al sur con el estado de Puebla y Ayahualco, al este con Acajete y Tlalnehuayacan, al oeste con el estado de Puebla y al sureste con Xico. Perote se divide en 40 localidades entre las que destacan las congregaciones de Francisco I. Madero, Guadalupe Victoria, Justo Sierra, Los Molinos y Sierra de Agua Zalayeta. Su clima es frio-seco-regular con temperatura media anual de 12°C y lluvias escasas con precipitación media anual de 493.6 mm. Este Municipio dispone de 91.7 kilómetros de carreteras, de las cuales 32.7 kilómetros corresponden a federales pavimentadas, 17.3 kilómetros a estatales rurales y las restantes a la red municipal. Esta red de carreteras esta integrada por los

siguientes tramos: Teziutlán-Puebla, con 2.7 kilómetros; Zacatepec-Jalapa, con 30.0 kilómetros; Guadalupe Victoria-Los Altos, con 17.3 kilómetros; Perote-Cofre de Perote, con 23.5 kilómetros; Zalayeta-Xaltepec, con 5.6 kilómetros, Sierra de Agua-Los Pescados-El Conejo, 12.6 kilómetros. Esta infraestructura le permite comunicarse con ciudades como Puebla, Jalapa, Altotonga y Teziutlán como se muestra en la figura I.2. de la página 11.

I.1.3. HIDROGRAFIA, OROGRAFIA Y GEOLOGIA

La obra de toma se ubica en el Río la Antigua. el cual desemboca en el Golfo de México a 20 kilómetros al norte del puerto de Veracruz, es recorrido por varios ríos jóvenes e impetuosos provenientes en su gran mayoría de la partes altas de la Sierra de Quimixtlan y que lo bañan de suroeste a noroeste. El río del cual se alimenta la obra de toma es el río Huitzilapan (figura I.4., Pág. 14) , que tiene un recorrido de más de 20 kilómetros y fuera del municipio y del estado se une al río Magueyitos constituyendo el río Pescados afluente de la Antigua, que es el principal río del municipio, los ríos Tecomal, Tetla, El Puente y Cuxapa que se originan al suroeste recorren el poniente y se unen al Huitzilapan. Ya en Jalapa la hidrografía cambia; el hecho de no contar con los ríos cerca del Municipio es una de las causas por la cual se hizo la obra de toma tan retirada, además la calidad del agua y la altura piezométrica del lugar presentaron condiciones óptimas durante el periodo de estudios preliminares (ver figura I.4. Pág. 14). En Jalapa destaca el río Sedeño que tiene su origen en el cofre de Perote, al sur el río Cariverios y el río Sordo, que se unen con el límite poniente de la mancha urbana. Existen además cuatro cuerpos de agua tres de ellos artificiales: El Castillo, El Dique y Las Animas. El cuarto es natural y se ubica en la Colonia 6 de enero. Con un clima templado-humedo regular y una temperatura media anual de 18°C descendiendo notablemente durante invierno debido a los

vientos del norte. Presenta lluvias abundantes en verano y principios de otoño, con una precipitación media anual de 1509.1 milímetros.

La línea de conducción esta situada en la zona central entre los estados de Puebla y Veracruz en la estribaciones del Cofre de Perote, dado esto presenta una topografía irregular pero poco accidentada es decir presenta diferencias altimétricas graduadas con muy poca presencia de acantilados como se ve en la página 14, figura 1.4. El suelo es de tipo andasol humico y órtico combinado con regosol y litosol, es decir en la superficie tenemos suelos orgánicos con gran cantidad de vegetación, esto en un estrato aproximadamente de 0.80 a 1.20 metros de espesor después en la capa donde se instalo la tubería que fue la siguiente teníamos una arcilla altamente compactada y en algunos tramos roca.

I.2. ESTUDIOS PRELIMINARES

Para cualquier tipo de obra de uso público, es necesario hacer una serie de estudios preliminares, con ciertas especificaciones que deberán ser aprobadas por la dependencia de gobierno a cargo de la supervisión de la obra, estos estudios y especificaciones son distintos para cada tipo de obra, en el caso del acueducto la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.) se encargó de dictaminar los estudios con sus especificaciones y de verificar su cumplimiento. A continuación se describen las especificaciones más comunes para los estudios requeridos en el inicio de una obra del tipo de un acueducto.

I.2.1. DE PLANEACION

Se revisara la ubicación de la red de distribución, drenaje y caminos en planos a escala 1:10,000 o 1:20,000 y utilizando claves de colores, se indicaran las estructuras tales como canales, drenes y caminos que por su correcta localización y forma de operación actual deban dejarse en las condiciones

actuales, aquellas que estando bien localizadas requieran de mejoras para que su funcionamiento sea eficiente, así como aquellas que por su mala localización y estado actual deban eliminarse.

Una vez revisada la ubicación sobre trazos a escala 1:20,000, si se requiere, se efectuara el proyecto del trazo definitivo sobre hojas de plancheta a escala 1:5,000 afinando su localización, fijando sobre dichas hojas las deflexiones de cada vértice, radios de curvatura, longitud de tangentes, así como la referenciación de los vértices a los monumentos de la cuadrícula para situarlos en el campo. Es necesario guiarse en el trazo, de los datos del estudio geotécnico realizado; ya que para el caso del acueducto, éste debía quedar en las mejores condiciones de seguridad.

Finalmente, el trazo proyectado sobre las hojas de plancheta se marcara en el terreno estacando a cada 20 metros y nivelando la línea trazada.

La localización o modificaciones al trazo de la línea de conducción deberá hacerse si es posible, siguiendo los linderos de las propiedades actuales ubicadas en los parteaguas o laderas.

Los caminos permitirán efectuar la operación y conservación de las obras, además de prestar servicio de transportación interna de los usuarios.

Dentro de la planeación de la obra se tienen que tomar en cuenta las posibles actividades a desarrollar para su construcción, en el caso del acueducto las actividades a desarrollar fueron:

- * Construcción de la obra de desvío.
- * Construcción de la presa derivadora.
- * Construcción de un sedimentador.
- * Tratamiento de la tubería.
 - Limpieza con soplado de arena.
 - Recubrimiento anticorrosivo.

- Control de calidad del tratamiento.
- Corte y biselado.
- * Acarreo de tubería.
- * Excavación de zanja.
 - Excavación de zanja en material común y en roca.
 - Excavación de zanja en cruces de caminos.
 - Excavación de zanja en cruces de ríos y arroyos.
- * Instalación de tubería.
 - Bajado de tubería.
 - Calificación del soldador.
 - Instalación de la tubería en línea.
 - Inspección radiográfica de la soldadura.
 - Instalación de la tubería fuera de zanja.
 - Instalación de la tubería en pendientes mayores al 20%.
 - Instalación de tubería en cruces de ríos y arroyos.
 - Fabricación de piezas especiales.
 - Instalación de piezas especiales.
- * Relleno de zanja.
 - Relleno de zanja en cruces de ríos y arroyos.
 - Relleno de zanja en pendientes mayores al 20%.
 - Construcción de atraques.
 - Construcción de contrapesos.
- * Construcción de instalaciones especiales (desfogues).

I.2.2. DE TOPOGRAFIA

Las especificaciones topográficas para cada actividad son las siguientes:

Trazo.- Se efectuará por uno de los bordes de la línea o bien por el centro de la línea, colocando trompos a cada 20 metros; referenciando los puntos sobre tangente (P.S.T.) a cada 1000 metros; principio de curva (P.C.); punta de tangencia (P.T.) y punto de inflexión (P.I.). Los trompos son trozos de madera de 30 cm. de altura, los cuales se hincan con un martillo una vez fijada se posición.

Nivelación.- A partir de bancos referidos al nivel del mar, localizados en monumentos de la cuadrícula principal o de estructuras importantes, se obtendrá el perfil del trazo tomando nota de cada uno de los puntos que dejó el trazador; estableciendo bancos de nivel en estructuras existentes a cada 500 metros aproximadamente.

Los errores permisibles para cada uno de estos trabajos serán especificados en los manuales de la S.A.R.H.

En toda estructura, ya sea de riego, distribución, cruzamiento de caminos, etc., deberá levantarse una sección transversal que muestre sus características geométricas, elevaciones y niveles de operación, así como su kilometraje respectivo.

I.2.3. DE GEOTECNIA

Para la construcción de una línea de conducción, se efectuaran por el eje de trazo, pozos a cielo abierto hasta un poco abajo de la rasante de la plantilla y que estarán poco espaciados entre si. Deberán hacerse 4 o 5 pozos por kilometro como mínimo para conocer el tipo de materiales a excavar así como la presencia o ausencia del nivel freático.

Para la construcción de estructuras especiales mayores de 20 toneladas de descarga, se extraerán muestras inalteradas del terreno para practicar las pruebas correspondientes y conocer su capacidad de carga, ángulo de reposo así como la clasificación de sus materiales.

En los bancos de materiales existentes se efectuarán sondeos con el objeto de determinar la cantidad y calidad disponible.

En la localización de los probables bancos con el objeto de determinar los espesores de despilme y material aprovechable, realizando las pruebas de laboratorio correspondientes con el objeto de conocer sus características.

Para la fabricación del concreto, se deberán diseñar mezclas con diferentes tamaños de agregados y resistencias a la ruptura de 140 kg/cm² o más, según el caso.

Para las pruebas que no puedan hacerse en el laboratorio de las obra, se enviarán muestras a los correspondientes de La Junta Local de Caminos, Institutos, Universidades, etc.

Los bancos estudiados deberán localizarse en planos del departamento de afectaciones indicando sus características, volúmenes disponibles y tratamientos requeridos para cada uno de los materiales.

I.2.4. DE POTABILIZACION Y TRATAMIENTO

Este quizá sea uno de los estudios más importantes para el desarrollo de un proyecto, ya que unido a un estudio de costo y tiempo nos ayudara a determinar, si es más económico usar agua de otras fuentes, más lejanas o más cercanas según sea el caso, aquí se estudiaran las necesidades de tratamiento para el agua, así como la construcción de diversas estructuras auxiliares para el tratamiento, su costo de operación y de edificación. Con este tipo de estudio se obtendrá la fuente de abastecimiento más duradera y económica a largo plazo, también se determinarán los tratamientos de potabilización que se darán para cada fuente, y por último se elegirá de un grupo de proyectos el que se acople a las necesidades y recursos de la comunidad demandante.

Los estudios que se hacen son:

- Recopilación de datos relativos a la localidad y proyectos existentes.
- Cuadros de análisis físico-químicos y bacteriológicos de las aguas.
- Resumen de comentarios y observaciones de los análisis. Estableciendo el proceso de potabilización para cada fuente.
- Elección y establecimiento de la fuente de abastecimiento de acuerdo a un estudio de costo de producción y mantenimiento.

Una vez que se hicieron los estudios de potabilización y tratamiento se determino darle un tratamiento primario de sedimentación al agua antes de llegar a la línea de conducción para evitar el acumulamiento de sólidos a lo largo de la tubería, una vez que el agua llega a los tanques de almacenamiento y distribución se somete a una cloración simple, debido esto a la excelente calidad del agua.

El agua potable para su distribución debe cumplir con las normas de calidad, según el reglamento federal sobre obras de provisión de agua potable de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

1.2.5. DE HIDROLOGIA

Como se menciona en el estudio de potabilización y tratamiento, es necesario establecer si la fuente de abastecimiento es lo suficientemente grande y duradera para que su periodo de vida útil sea costeable. Para determinar estos términos se hace un estudio hidrológico, para el cual es fundamental contar con datos estadísticos de diferentes estaciones meteorológicas, con estos datos se puede asegurar si el potencial de la fuente de abastecimiento es lo bastante grande. Además este estudio se usa para diseñar las obras de captación y las obras de excedencias, y así poder evitar al máximo, posibles percances en su funcionamiento.

El objetivo de la hidrología es la determinación del o los eventos de diseño obteniéndose por medio del análisis hidrológico cuantitativo, este análisis se puede resumir en dos grupos:

a) Obtención de la avenida máxima con una determinada frecuencia, que puede ocurrir en cierto lugar, la cual es necesaria para el diseño de vertedores y fuentes y drenaje en general.

b) El conocimiento de la cantidad, frecuencia y naturaleza de ocurrencia del transporte de agua sobre la superficie terrestre, este dato servirá para proyectos de irrigación, abastecimiento de agua, aprovechamiento hidroeléctrico y en navegación de ríos.

Un evento de diseño en el análisis hidrológico es equivalente a el análisis de carga en un calculo estructural o trafico de vehículos en una carretera.

El diseño y planeación de obras hidráulicas están siempre relacionados con eventos hidrológicos futuros por ejemplo la avenida de diseño para un vertedor de excedencias de una presa, éste es un evento que tal vez no se ha presentado jamás, o al menos no el período de datos disponibles que es necesario conocer para determinar las dimensiones de la obra.

La hidrología es utilizada en la ingeniería principalmente en la relación con el diseño y ejecución de obras hidráulicas. ¿Qué caudales máximos pueden esperarse en un vertedor de excedencias, en una alcantarilla de carretera o en un sistema de drenaje urbano?, ¿Qué capacidad de embalse se requiere para asegurar el suministro adecuado de agua para irrigación o consumo municipal durante las sequías?, ¿Qué efectos producen los embalses, diques y otras obras de control, sobre las avenidas de la corriente?, éstas son las preguntas que se espera, resuelva el ingeniero proyectista para un mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

Así pues, en base a los datos obtenidos de los estudios antes mencionados, se proyectaron las diversas actividades y trabajos necesarios para el desarrollo de una obra que pudiera abastecer de agua potable a la comunidad de Jalapa, en Veracruz. Con la autorización y supervisión de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

A continuación se describirán las obras que conforman el acueducto Huitzilapan-Jalapa, las cuales fueron resultado de estudios y cálculos preliminares al desarrollo de la obra, notaremos que la descripción sólo abarcara datos específicos y no la explicación de su resultado y funcionamiento, ya que de tal modo el desarrollo de esta tesis sería demasiado extenso y no iría de acuerdo con el título.

I.3. OBRA DE CAPTACION

Las principales obras de captación son las presas, cuya clasificación por su uso es la siguiente:

- Presas de almacenamiento.
- Presas para generación de energía eléctrica.
- Presas para el control de avenidas.
- Presas para uso recreativo.
- Presas para retención de azolves.
- Presas para uso múltiple.

La clasificación de la presas y en particular de las cortinas puede hacerse también, de acuerdo con los materiales usados en su construcción.

- Cortinas de concreto.
- Cortinas de mampostería.
- Cortinas de enrocamiento.
- Cortinas de tierra

De la clasificación anterior se deriva otra desde el punto de vista de rigidez, que son:

- Cortinas rígidas.
- Cortinas flexibles.

Las presas pueden clasificarse como de almacenamiento; el agua se almacena durante la época de lluvias y se utiliza cuando es necesario, como en el estiaje cuando se destina a riego. Las presas derivadoras no almacenan el agua su función consiste sobre elevar el nivel del agua para poder extraerla del cauce en forma controlada mediante una obra de toma y conducirla hasta la estructura de distribución o una línea de conducción más larga.

Las obras que integran una presa son las siguientes:

Cortina.- Es la estructura impermeable que se construye a través del río con el fin de formar un embalse para su desvío o derivación.

Vertedor.- Es una estructura de seguridad, sirve para sacar los excedentes de los escurrimientos por avenidas que entrarían al vaso, en forma tal que no se rebase la corona de la cortina.

Obra de toma.- Es una estructura que sirve para extraer el agua en forma controlada para entregarla a la obra de conducción.

Obra de desvío.- Es un conjunto de estructuras que se construyen con el fin de dejar seco el lugar donde se va a desplantar la cortina, las principales estructuras inicialmente son las ataguías que se colocan aguas arriba, y aguas abajo de la zona de desplante; después, la que sería propiamente la obra de desvío puede constar de túneles o tubos, que sirven para conducir el agua del río por un margen en forma de bypass.

Obras complementarias.- Son todas aquellas estructuras que sirven para facilitar el manejo de las presas, caminos, cuartos de máquinas, sifones, descargas de fondo, canales, etc.

I.3.1. PRESA DERIVADORA LOS COLIBRIES

El proyecto original de la presa derivadora consistía en una estructura con las siguientes características:

1. Cortina de concreto de 9 metros de altura y 30 metros de longitud de cresta vertedora, dispositivo amortiguador de 22.5 m. de longitud y 1 m. de profundidad de colchón, para el paso de la avenida de 650 m³/seg.

2. Canal desarenador de 3 m. de ancho y muro lateral con su obra de toma, en la margen izquierda para un gasto total de 1.5 m³/seg.

3. Canal de conducción de sección trapezoidal en donde se descarga el agua de la obra de toma, de 1.5 m³/seg. de capacidad y hacia aguas abajo una caja de válvulas de donde parte la tubería de conducción al pre-sedimentador.

4. Muro lateral en la margen derecha para controlar el agua de las avenidas.

La construcción se inició como es normal en este tipo de presas, con la obra de desvío, consistente en la excavación de un tajo y la construcción de una atagüa en la margen derecha del cauce para desviar el agua en avenidas dándole una capacidad de 275 M³/seg para que en la temporada de lluvias pudieran pasar avenidas hasta este gasto.

Una vez construido el tajo, la atagüa y desviar el agua por la margen derecha, se trabajó sin agua corriente en la margen izquierda iniciando la construcción de cinco tramos de la cortina o cimacio y dispositivo amortiguador de 5 M de longitud cada uno, así como los trabajos del colado de concreto en el canal desarenador y obra de toma.

Estando efectuándose éstos trabajos, por estudio hidrológico, se estimó conveniente ampliar la presa para dar paso a una avenida de 900 m³ habiéndose proyectado ampliar la longitud vertedora en 5 m más hacia la margen derecha,

quedando un total de 35 m de longitud, y sobreelevar los muros laterales de las márgenes en 0.35 m más, para de esta manera controlar el nuevo volumen de avenida (ver ilustraciones de la página 137 a la 140).

I.3.2. SEDIMENTADOR

Un sedimentador es una estructura utilizada para dar un tratamiento primario al agua, el funcionamiento se basa en los pesos y densidades de las diferentes materias que puedan estar en suspensión en el agua, el primer paso para que funcione es restarle energía cinética al fluido, poniéndolo en un estado casi de reposo, de tal forma que una gran parte de los cuerpos que flotan en el agua tiendan a caer hacia el fondo de la estructura por gravedad, el agua en su superficie se encuentra más limpia de sólidos en suspensión debido a este fenómeno, y es la primera que pasa a la línea de conducción después de cierto tiempo (ver páginas 137 y 153).

Con el objeto de proporcionarle un primer tratamiento al agua, se construyó un sedimentador con las siguientes características:

Tabla I.1.

Fuente	Presa derivadora "Los Colibríes"
Gasto	1000 l.p.s.
Proceso	Sedimentador
Carga superficial	77.8 M3/M2/día
Partícula a sedimentar	0.036 mm
Tiempo de retención	22.0 minutos
Vol. de sedimentación max.	1.8 ml/l
Vol. total diario	155.50 M3

Descarga de lodos	Río Huitzilapan
Recolección agua	Canaletas
Carga sobre el vertedor	3.8 l/m/s
Operación	Manual
Capacidad	2200 M3

I.4. LINEA DE CONDUCCION

La línea de conducción es la estructura que en este caso se encargara de transportar el agua de la obra de captación, hasta los tanques de almacenamiento donde se distribuye a la comunidad del Municipio de Jalapa.

Para el diseño de una estructura de este tipo se necesita, además de conocer los datos de estudios de planeación y de geotécnia, hacer un análisis de costo y un análisis hidráulico, el cual contemplara los siguientes puntos.

- Diseño preliminar de la línea de conducción de acuerdo a la topografía, tratando de evitar el uso de equipos de bombeo.

- Selección del tipo de material y sus dimensiones de acuerdo con un análisis de costo-diámetro económico.

- Calculo de perdidas por fricción.

- Calculo de perdidas locales (codos, válvulas de entrada y salida, coples, niples, etc.)

- Calculo y dibujo de la línea piezométrica, cuidando que los niveles de la línea piezométrica sean mayores a los niveles correspondientes al eje de arrastre de la tubería.

También calcular los valores del gradiente piezométrico a cada 20 metros.

Además en el perfil de la línea, localizar los puntos de inflexión, en los que se colocaran piezas especiales (codos, bifurcaciones, etc.) y en los que se diseñan posteriormente los atraques.

- Calculo y selección de la planta de bombeo (en caso de necesitarla). Este calculo incluye: la selección del equipo de bombeo, selección de motor, diseño del cárcamo de bombeo.

- Revisión de condiciones de funcionamiento de las tuberías (tubería de succión y de descarga). La tubería de succión puede o no existir, si existe se debió haber propuesto un diseño preliminar para calcular las perdidas, este diseño preliminar se tiene que ajustar a las condiciones nuevas de tipo de bomba y diseño de cárcamo.

En la tubería de descarga que propiamente es el acueducto, se tiene que diseñar el múltiple de la tubería y el arreglo de la línea (piezas especiales, válvulas, etc.). También se tiene que revisar la línea contra golpe de ariete y revisar contra el efecto de colapso, el cual se contrarresta colocando válvulas de admisión y expulsión de aire y/o aumentando el espesor de la línea.

II. TRATAMIENTO

La corrosión es fundamentalmente la disolución de hierro u otros materiales de las tuberías, por el contacto con el agua, esta corrosión es más rápida aún, cuando existe cierta fricción entre el agua y el material por donde corre; por este motivo es necesario darle un tratamiento o algún acabado a las estructuras que transportan agua, la finalidad de este tratamiento es que dicha estructura tenga mayor durabilidad y mejor funcionamiento. En este caso se trata de una tubería de acero.

Los recubrimientos protectores son muy eficaces para combatir la corrosión, ya sea que se apliquen física o químicamente; toda la tubería metálica que se usa en los sistemas de distribución, se recubre por compuestos de alquitrán, con esmalte bituminoso u otras sustancias semejantes para proteger la tubería de la acción del agua y del suelo circundante. Los antiguos recubrimientos de alquitrán duraban solamente unos años y los modernos todavía no han cumplido el tiempo para el cual fueron proyectados.

Para la realización de la primera etapa del acueducto se contaron con 1704 tubos de 24" de calidades X-52 y X-65 (de 52,000 lb/pulg² y de 65,000 lb/pulg² respectivamente de resistencia) de diferentes espesores, gran parte de esta tubería presentaba un alto grado de corrosión, es decir la superficie se encontraba muy oxidada, por lo que fue necesario determinar la calidad de cada tramo, para esto se organizo una cuadrilla, la cual tenía como función determinar las calidades y espesor de cada tramo bajo un criterio predeterminado, este criterio consistía en tomar una muestra de un conjunto de tramos determinando su resistencia la cual podía ser de 52,000 o 65,000 lbs/pulg² ya que estas eran las dos calidades de tubería que se tenían, al mismo tiempo con un Vernier se media el espesor de cada tramo. Así, la tubería se clasificó por espesores y calidades,

usando un código de colores para su identificación rápida, ésta clasificación tenía por objeto la ubicación de cada tramo, para de esta manera colocarlo dentro de la línea de conducción de acuerdo a las presiones de trabajo que solicitaba el proyecto.

Para la segunda etapa se utilizó tubo de calidades X-42 y X-56, debido esto a que en la primera etapa el proyecto se desarrollaba en la zona topográfica más accidentada, es decir, las curvas de nivel se encontraban mas cercanas una de otra, de tal forma que al final de una pendiente muy pronunciada aguas abajo, se utilizaba la tubería de mayor resistencia (X-65 con mayor espesor), esto para controlar la presión a la caída del agua, y hacia aguas arriba la tubería de calidad menor (X-52). Para la segunda etapa el terreno era más plano, lo que permitió utilizar tubería de menor calidad, todo esto bajo un estudio de resistencia de materiales que no se incluye aquí, debido a que el trabajo se enfocará en los procedimientos constructivos.

Para la clasificación de la tubería en X-52 se pintó un círculo de acuerdo al espesor de la placa y para X-65 se pintaron dos círculos, esto en el interior del tubo.

CODIGO DE COLORES

Naranja	6-7 mm.
Verde	7-8 mm.
Amarillo	8-9 mm.
Azul	9-10 mm.
Rojo	10- mm.

Con este código se hizo la clasificación, es decir, si se tenía un tubo de calidad X-52 con un espesor de 8 a 9 mm. se pintó un círculo en el interior de tubo

de color amarillo, si se trataba de un tubo de calidad X-65 con un espesor de 7 a 8 mm., se pintaban dos círculos de color verde en el interior del tubo; por ejemplo. Para la tubería de la segunda etapa se siguió este mismo procedimiento, así en la tubería de calidad X-42 se pintó un círculo y la de calidad X-56 se pintaron dos círculos de acuerdo con el espesor que marca el código de colores, cabe aclarar que los almacenes de tubería de la primera y segunda estaban separados lo que permitió que no hubiera confusión con las calidades, además de que cada etapa se maneja por un frente distinto. Una vez hecha la clasificación se encontró con las siguientes cantidades de material.

CANTIDADES DE TUBERIA, ESPESORES Y CALIDAD

605 tubos de 24" diam. calidad X-65 espesor variable	6896 m
1099 tubos de 24" diam. calidad X-52 espesor variable	12974 m
868 tubos de 30" diam. calidad X-42 de 7.92 mm.	10602 m
669 tubos de 30" diam. calidad X-56 de 7.92 mm.	8330 m
173 tubos de 30" diam. calidad X-56 de 7.93 mm.	2108 m
234 tubos de 30" diam. calidad X-56 de 6.35 mm.	2836 m
563 tubos de 36" diam. calidad X-42 de 7.92 mm.	6808 m
<u>465</u> tubos de 36" diam. calidad X-56 de 8.74 mm.	5660 m
4676 tubos en total.	

De estos tubos se trataron un total de 1696 de 24" de diámetro de los cuales 1642 se trataron también por el exterior y 480 de 30" de diámetro únicamente por el exterior durante la primera etapa, el resto de la tubería de 30 y 36" antes mencionada se trató durante la segunda etapa únicamente por el exterior a excepción de 8 tubos que quedaron sin tratamiento alguno de 24" de diámetro.

Los tubos que se trataron por el exterior únicamente, los surtió el fabricante con tratamiento anticorrosivo interior.

II.1. LIMPIEZA

El objeto de la limpieza es retirar el óxido de la placa del tubo. La calidad de la limpieza fue blanco y "comercial", blanco es cuando la superficie de un metal, en este caso de la tubería, esta totalmente limpia, libre de óxido, tiene un color plateado pálido y un acabado pulido. Comercial es una calidad parecida al blanco, pero de color plateado oscuro y sin presentar una superficie pulida. La calidad de la limpieza en el interior de las tuberías de 24", 30" y 36" de diámetro fue casi blanco, mientras que en el exterior la de 24" de diámetro fue casi blanco y en las de 30" y 36" de diámetro fue "comercial". Siendo de mejor calidad la limpieza de la tubería de 24" de diámetro, debido esto a su alto grado de corrosión (ver las ilustraciones de las páginas 141 y 142).

Cuando decimos que se trata de un alto grado de corrosión, es porque la tubería se encuentra muy descompuesta, es decir que esta tubería presentaba pequeñas oquedades en toda la superficie como consecuencia de la acumulación de óxido, lo que provoca que el hierro se descomponga y se pulverice, haciéndolo volátil. De esta manera, si tenemos este problema en gran cantidad sobre una superficie metálica diremos que presenta un alto grado de corrosión, e ira disminuyendo conforme este problema sea menor, a un medio grado de corrosión y un bajo grado de corrosión.

PROCESO DE LIMPIEZA

Esta actividad se inicia desde la elección de un lugar que se acople a nuestras necesidades y recursos, de este modo se elabora un estudio basado en el programa de obra. Ya que de acuerdo al numero de frentes que se tengan, observaremos las distintas necesidades de material por frente, para la instalación

en una fecha determinada, así, mediante una red de flujo y un programa de avance se deducen los costos por acarreo de material, ya sea para la obra o para el patio de tratamiento.

Conforme a este estudio el patio de tratamiento se ubico en el municipio de Perote, en un poblado llamado Zalayeta ubicado en el kilometro 78+000 de la carretera Perote - Acatzingo, en los límites de los estados de Puebla y Veracruz.

Este lugar tiene un clima frío y seco, con precipitaciones escasas, durante el verano. Además de su condición climatológica. Este lugar presentaba otras ventajas para el proceso de tratamiento en la tubería como son:

La cercanía del banco de arena, cuya calidad y composición granulométrica eran favorables para el proceso de limpieza.

Ambiente seco, el cual favorece la volatilización de los solventes de la pintura. Además de su fácil acceso.

Para este proceso se bombardea arena a presión sobre la superficie a limpiar, así se dirige un chorro de arena, teniendo una distancia aproximada de 30 cm. desde la boquilla al tubo, se procede con un movimiento regular de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha y de manera contraria según sea el caso. El grado de limpieza se compara según un catálogo, en el cual aparecen las manchas permitidas en la limpieza, en dicho catálogo aparece una descripción y un esquema de cada grado o calidad de limpieza, en la limpieza de la tubería se alcanzaron dos distintas calidades que fue la comercial y la blanca, las otras calidades o grados de limpieza que aparecen en el catálogo no se tomaron en cuenta durante el proceso de limpieza y por lo tanto no los mencionamos aquí. La ilustración de la página 136 muestra el bombardeo con arena a presión, con la ayuda del siguiente equipo:

EQUIPO

Máquina compresor de aire de 600 u 800 p.c.m.

Trampa de humedad.

Olla de sand-blasteo.

Mangueras y boquillas.

El compresor será el encargado de suministrar el aire a presión necesario para la correcta y rápida limpieza requerida.

La trampa de humedad se encargará de separar el aire de la humedad que pueda llevar consigo el aire, y también el posible aceite proveniente de la máquina compresor.

Olla de sand-blasteo, tiene como objeto mezclar el aire con la arena seca la cual ira directamente a través de las mangueras hasta la boquilla, que apuntará a la superficie a limpiar.

Mangueras y boquillas, las mangueras usadas durante el tratamiento serán de alta resistencia, de diámetros variables que van desde 1 1/2" a 1/2". En sand-blasteo, se colocaron en la salida de la trampa de humedad, una manguera de 1 1/2" hasta la olla de sand-blasteo y en seguida una manguera de 1 1/4" y/o 1" de diámetro conectada a la boquilla de la salida del chorro de arena. Este tipo de manguera se conoce en el mercado como manguera de sand-blast.

Para obtener un buen rendimiento en la limpieza es necesario tener una presión de 70 a 80 lb/pulg² en la salida de la boquilla, un compresor de los antes mencionados es suficiente para dos chorros de arena.

El avance obtenido para la tubería de 24" de diámetro fue de 5.5 a 6 metros lineales de tubería en un tiempo de una hora, lo que nos da un rendimiento de 11 M²/hr, y en la tubería de 30" y 36" de diámetro fue de 15 M²/hr, es decir, de 6 a 6.5 metros lineales por hora para la tubería de 30" de diámetro, y de 5 a 5.5 metros lineales por hora para la tubería de 36" de diámetro. La razón

por la cual el rendimiento de la tubería de 24" de diámetro fue mas bajo, era que esta presentaba un alto grado de corrosión, mientras que la de 30" y 36" era de fabricación reciente (ver figura II.1. Pág. 49).

Por las causas expuestas en el rendimiento el consumo de arena varió considerablemente en los dos casos. Para la tubería de 30" hubo un avance de 16.5 a 16.9 metros lineales por metro cúbico, para la tubería de 36" hubo un avance de 13.7 a 14.1 metros lineales por metro cúbico de consumo de arena; dicho de otra forma, para las tuberías de 30" y 36" hubo un consumo de 6 M3 de arena en 16 horas, lo que nos da un rendimiento de 40 M2 de limpieza por M3 de arena. De la misma manera, en la tubería de 24" de diámetro hubo un consumo de 1 M3 de arena por cada 11 a 12 metros lineales de avance, y se consumían 6 M3 de arena en 12 horas de trabajo, lo que nos da un rendimiento de 22 M2/M3.

En superficies donde existían incrustaciones, herrubes y materia extraña en general se hizo una limpieza mecánica con cepillos de alambre de acero, con cincel y martillo o usándose también máquinas cepilladoras.

II.2. RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO

El objeto del recubrimiento es evitar la corrosión en la placa limpia del tubo. Este debe realizarse de manera inmediata, después de la limpieza y como se explico antes, libre de materias extrañas y en clima adecuado.

Después de la limpieza, inmediatamente se aplica el recubrimiento anticorrosivo, el tiempo máximo que se puede esperar antes de colocar este recubrimiento es 4 a 5 horas, en un ambiente seco, si se espera más tiempo se corre el riesgo de volver a reincidir en la corrosión, y por lo tanto nuestro tratamiento inicial de limpieza sería inválido, lo que puede causar demoras dentro del programa de obra y por consiguiente un aumento en el costo de la obra.

PROTECTORES DE SUPERFICIES

Los distintos protectores superficiales que se podían utilizar de acuerdo con la norma para pintura colocada DIN 151, hoja 1 y la norma de colores para pintura y denominación del grado de oxidación DIN DVM 320 son los siguientes:

1.- Las resinas naturales: son o bien productos vegetales fósiles o jugos espesos de vegetales que se endurecen poco a poco en el aire y por distintos procedimientos. Se diferencian unas de otras por su distinta solubilidad a los solventes, dureza, permeabilidad, etc.

2.- Las resinas artificiales: son sustancias obtenidas de las resinas naturales que han experimentado modificaciones químicas.

3.- Los asfaltos naturales (betunes): se emplean solos o en combinación para la fabricación de pinturas de alquitrán y bituminosas, pudiendo ser resistentes a los ácidos, álcalis, vapores, agua de mar y tener poder aislante.

4.- Los aceites secantes: de origen vegetal; del aceite de linaza se puede obtener un aceite fijo que añadido en pequeñas cantidades a las manos de pintura les comunica mayor resistencia contra las influencias del tiempo o influencias mecánicas.

5.- Los colores al óleo: se emplean para todas las pinturas exteriores con el fin de proteger de la oxidación los objetos más diversos.

Los colores de la primera mano contienen aproximadamente 20 a 30% de aceite por lo cual las segundas manos para el exterior con gruesas y acusan un contenido de aceite de 40 a 50% de aceite.

Las lacas de asfalto o bituminosas son soluciones de asfalto naturales. Con distintas calidades y con distintas mezclas se emplean como protección barata y muy eficaz contra oxidación a causa de su gran resistencia al agua y lo bien que se conservan en la ausencia de la luz debajo de tierra para la protección de hierro.

En lo que corresponde a los pigmentos o colorantes, para la aplicación y elección de colores para pintura tienen importancia las propiedades siguientes: naturaleza química, estabilidad a la luz, resistencia al calor, grado de dispersidad, capacidad cubridora y facultad de adsorción del aceite.

El óxido de zinc y rojo óxido se aplica en la primera mano o mano de imprimación para proteger contra la oxidación. Para pintura cubridora el blanco de titanio mezclado con blanco de zinc.

6.- Las placas de fieltro asfaltado ya sean sencillas de 7 mm, o dobles, de 10 mm de espesor, se preparan impregnando un fieltro de fibras naturales o artificiales, y recubriéndolo con arena gruesa. Son más impermeables que las cubiertas de vidrio, de pizarra o de cartón-cuero. Se usan para impedir la propagación de ruido y para protección de recubrimientos orgánicos, como pinturas colocadas anteriormente, este fieltro protege la pintura del deterioro mecánico que pudiese presentarse durante el manejo de las diferentes estructuras que han sido recubiertas.

Estos datos están de acuerdo con las siguientes instituciones según referencia 1 (El número de referencia se muestra en la bibliografía de este documento):

Comisión de normas profesionales para tuberías

Asociación alemana para ensayos de materiales industriales.

Comisión oficial para condiciones de suministros.

La formulación principal de imprimaciones anticorrosivas cumple con la especificación MIL-P-15.328B publicada el 5 de mayo de 1961 por el "Bureau of Ships". (Ref. 10 pág. 271). La composición de este sistema es el siguiente:

Tabla II.1.

Porción en polvo básica	Parte por peso
Resina de polivinil butiral	56
Cromato de Zinc	54
Talco	8
Negro de humo de lampara	0.6
n- Butanol	125
Isopropanol, 99%	353
Agua	15
Porción reductora	Partes en peso
Acido fosfórico, 85%	28
Agua	25
Isopropanol, 99%	99

El control de calidad del recubrimiento anticorrosivo se lleva acabo de acuerdo a ciertas normas, existen varias normas por las cuales se puede llevar un control de calidad combinando los ensayos de las normas o especificaciones generales, a continuación se presentan una serie de pruebas especificas que se aplican a los revestimientos orgánicos permanentes (Pág. 433 a 437 de la referencia No. 11), cabe aclarar que el fabricante de los recubrimientos puede garantizar su producto bajo el efecto de los distintos ensayos que dictan estas normas, por lo tanto no será necesario aplicar los ensayos correspondientes para cada muestra:

Especificaciones generales

DEF-1053. Esta especificación incluye los siguientes métodos estándar de pruebas sobre pintura, barnices, lacas y productos relacionados, que son revisados individualmente cuando se requiere.

1. Examen preliminar y preparación de la pintura.
2. Preparación de paneles para ser pintados. Se incluyen paneles de acero bruñidos y tratados con chorro de arena y granalla, hojalata, aluminio y latón.
3. La consistencia (o viscosidad) de la pintura por medio del método flow cup.
5. Punto de inflamación de la pintura.
6. Determinación del contenido de agua de la pintura.
11. Brillo o reflexión especular tomado por medio del dispositivo llamado Gloss Head. Se incluye asimismo el sistema de aplicación de la pintura por medio de paleta.
13. Prueba de curvatura para la adherencia de la pintura.
14. Resistencia a la rozadura.
17. Resistencia al impacto por medio de: a) método de caída de peso, y b) método del péndulo.
23. Resistencia a agua salina por medio de inmersión en una solución salina al 3.5%.
24. Resistencia al rociado salino continuo usando agua de mar artificial.
26. Resistencia a la acción atmosférica acelerada.
29. Resistencia a la inmersión en agua de mar.
36. Resistencia al rociado salino intermitente, dentro de una pequeña cabina llena de una neblina artificial de agua de mar, o agua de mar natural,

durante ocho periodos de 10 min., en intervalos de 50 min. cada 5 días de la semana.

A.S.T.M.-D1654-61. Con este sistema se raya la muestra hasta la superficie del metal antes de la prueba de corrosión. A continuación se lava con agua caliente, y se separan las materias sueltas, por medio de un chorro de aire, o un raspador de metal. La extensión de la pérdida de adherencia, corrosión, formación de ampollas, etc., que exista a partir de la marca, se controla por medio de la clasificación indicada en la columna 1 y 2 de la siguiente tabla:

Tabla II.2.

Evaluación de las muestras pintadas después de la corrosión por el método de A.S.T.M.-D1654-61

Clasificación	Término medio de extensión (pulgadas)	Area de fallo (%)
10	0	0
9	1/64	1
8	1/32	2
7	1/16	5
6	1/8	7-10 (pequeñas áreas)
5	3/16	7-10 (grandes áreas)
4	1/4	10-25
3	3/8	25-40
2	1/2	40-60
1	5/8	60-75
0	1	>75

Preparación de muestras

A.S.T.M.-D823-53. Películas de espesor uniforme. Esta norma indica cuatro métodos diferentes de producir tales películas de pintura, barniz, laca y productos relacionados sobre paneles de prueba, ilustrando los aparatos requeridos para cada método como sigue:

a) Una pistola rociadora es movida sobre el panel a una velocidad constante, seleccionada por medio de un aparato como el que se ilustra en la norma. El espesor de la película, para una pintura determinada, depende de la colocación y la velocidad del movimiento de la pistola. Las mediciones

individuales del espesor de la pintura no deben diferir de la media del panel, en más de ± 0.05 milésimas.

b) Un dispositivo automático movido por un motor, extrae el panel de la pintura, a una velocidad determinada, y el panel se deja en exposición vertical para que escurra y se seque. El espesor para la pintura determinada depende simplemente de la velocidad de extracción.

c) Se dispone un recipiente cuadrado y sin fondo con una paleta colocada a un lado del mismo, la cual se puede poner a la distancia requerida por encima de la parte inferior de la caja. El panel se coloca sobre un plano inclinado, en un ángulo apropiado, estando el recipiente por encima de él, con la paleta en el extremo superior, a continuación se vierte la pintura sobre el recipiente, y se permite que resbale lentamente sobre el panel, controlándose el espesor directamente por la paleta. Este método se puede aplicar a una amplia gama de recubrimientos orgánicos.

d) Se pone sobre el panel situado en posición horizontal un charquito de pintura que se hace correr sobre el panel por medio de la paleta, accionada a una velocidad uniforme mediante unas cadenas unidas a cada extremo movidas por un motor. Puede alcanzarse una precisión de ± 0.01 mil, determinándose el espesor de la pintura ajustando la distancia entre la paleta y el panel.

Intemperización artificial

Los ensayos que se aplican a los recubrimientos para medir su resistencia a la intemperización artificial están dictados por las normas: DEF-1053-1962, B.S. 987-1942, A.S.T.M.-E42-57, A.S.T.M.-D749-43T, etc. Estas especificaciones dictan los diferentes procedimientos para someter a los revestimientos a posibles cambios en el ambiente, como temperatura, viento, lluvia, etc. de una manera artificial.

Evaluación de los efectos de la exposición

Las pruebas de las normas A.S.T.M.-D610-43, A.S.T.M.-D714-56, A.S.T.M.-D659-44, A.S.T.M.-D660-44 y A.S.T.M.-D661-44, valoran con clasificación de 0 a 10 los diferentes tipos de fallo que se pueden dar en películas de pintura, y que pueden tener efectos diferentes sobre la corrosión del material subyacente. Estas normas nos valoran el grado de oxidación, con o sin formación de ampollas, la formación de ampollas, la pulverización, el cuarteamiento y el agrietamiento, respectivamente.

RECUBRIMIENTO EMPLEADO

Para el recubrimiento interior se utilizaron dos tipos de pintura; un primario, color rojo óxido llamado RP-6B, y un acabado blanco RA-26, el primario RP-6B se aplica en una película que va de 1 a 2 milésimas de pulgada de espesor, y el RA-26 en un espesor de 6 milésimas de pulgada, que se obtenía por medio de la aplicación de dos capas de pintura. Para dar la segunda capa de acabado se tiene que esperar 24 horas después de la primera, para no dañar ésta al entrar dentro del tubo (ver ilustración, Pág. 141).

El recubrimiento exterior se realiza en tres capas (manos) de pintura para lograr un espesor de 12 a 16 milésimas de pulgada (ver ilustración, Pág. 143). El recubrimiento usado para el exterior se llama primario RP-5B, que es de color negro y se conoce también como alquitrán de hulla (betún o asfalto natural).

El tiempo de aplicación entre capa y capa será de 24 horas, así, de esta manera se reduce el riesgo de que no haya buena adherencia entre capa y capa de alquitrán, ya que como se observó durante la primera etapa, en la cual se esperaban hasta cinco días para aplicar la siguiente capa, se tuvieron problemas de adherencia; esto debido a que con ese lapso de tiempo el alquitrán alcanzaba su fraguado, y para que hubiese adherencia con la siguiente capa se tenía que

remover la pintura con un solvente, pero en algunas ocasiones ya no se lograba, con las consecuencias de volver a iniciar el proceso de tratamiento.

Después de aplicada la tercera capa de alquitrán se esperan 7 días para dar tiempo a fraguar y poder realizar las pruebas de la adherencia y colocar la protección mecánica.

La protección mecánica o vidromat (comercialmente en el mercado vidromat), es un fieltro asfaltado con partículas de fibra de vidrio que tiene por objeto proteger el recubrimiento anticorrosivo contra los rayos del sol y maniobras con la tubería.

Esta protección se coloca en forma espiral con un traslape de 1/2" a 1".

Para la adherencia del vidromat con la tubería, se aplica una capa delgada de alquitrán de hulla (RP-5B), después de ello se procede a enredarlos con el fieltro asfaltado, dejando un sobrante en la orillas de cada tubo de 30 centímetros, como lo muestra la ilustración de la página 142. Para este trabajo se organizó una cuadrilla supervisada por un ingeniero compuesta por un pintor y dos ayudantes, los cuales tenían un avance de 182.5 metros lineales por turno de ocho horas, si la longitud de cada tubo era de 11.40 metros, dedujimos que tenían un rendimiento de 16 tubos/turno; cabe aclarar que este rendimiento es solo para la aplicación del recubrimiento mecánico, en donde la aplicación del alquitrán de hulla no necesariamente debe ser uniforme, y la envoltura de vidromat se aplica inmediatamente después que el alquitrán para que exista una adherencia con la tubería, es por este motivo que el rendimiento puede parecer muy grande, pero el trabajo es fácil y sencillo.

PREPARACION DEL RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO

Para la preparación de este recubrimiento o pintura se usaban las proporciones que se muestran en la siguiente tabla, el uso del solvente varía conforme a la temperatura del ambiente, entre más baja, mayor consumo de

solvente, esto debido a que era necesaria cierta fluidez y viscosidad dentro de la mezcla pintura-solvente, como es de nuestro conocimiento al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad, y por lo tanto aumenta nuestra fluidez, de tal manera que nuestro consumo de solvente será mínimo; de la misma forma pero en caso contrario será si disminuye la temperatura ambiente, la temperatura normal en la zona donde se aplicaba el recubrimiento era de 28 grados centígrados. El consumo de solvente varía del 5 al 15% proporcionalmente.

Tabla II.3.

DOSIFICACION DE LA PINTURA

TRATAMIENTO EXTERIOR

COMPONENTES	PRIMARIO RP-5B	REACTOR RP-5B	SOLVTE.
3	4	1	10%

TRATAMIENTO INTERIOR (ROJO OXIDO)

COMPONENTES	PRIMARIO	REACTOR RP-6	SOLVTE.
2	1 RP-7		10%
3	2 RP-6	1	10%

ACABADO BLANCO

COMPONENTES	ACABADO	REACTOR RA-26	SOLVTE.
2	1 RA-22		10%
3	2 RA-26	1	10%

Terminada la aplicación de la película protectora deberá quedar libre de escurrimientos, gotas, anegamientos o manchas descubiertas. Todas las irregularidades deberán ser removidas y en caso de que se presenten serán simplemente limpiadas nuevamente cepillándolas y soplándolas con chorro de arena y ser posteriormente retocadas aplicando nuevamente el material de recubrimiento, todo esto bajo un criterio de control de calidad, impuesto por las

normas de instalación de acueductos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En climas fríos, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 10 grados centígrados y en cualquier tiempo en que la humedad se condense en las superficies del acero que vayan a ser tratados, deberá esperarse a que la temperatura ascienda o al calentamiento del tubo si se tienen los medios necesarios.

No se puede aplicar el recubrimiento cuando la humedad sea mayor al 90%, tampoco en presencia de lluvias o nevadas, ni en tolvánicas, debido a que se contamina la pintura con el polvo.

EQUIPO

Compresor

Trampa de humedad

Olla de pintura

Mangueras

Pistolas de aplicación de pintura

El compresor y trampa de humedad tiene el mismo objetivo que en la limpieza. La olla de pintura tiene por objeto ser depósito de la pintura y de enviar ésta hacia la pistola que tiene dos entradas una con la pintura y otra con aire, de tal modo que se puede escoger una de las dos opciones o las dos (ver figura II.1., Pág. 49).

MAQUINARIA PARA TRATAMIENTO DE TUBERIA

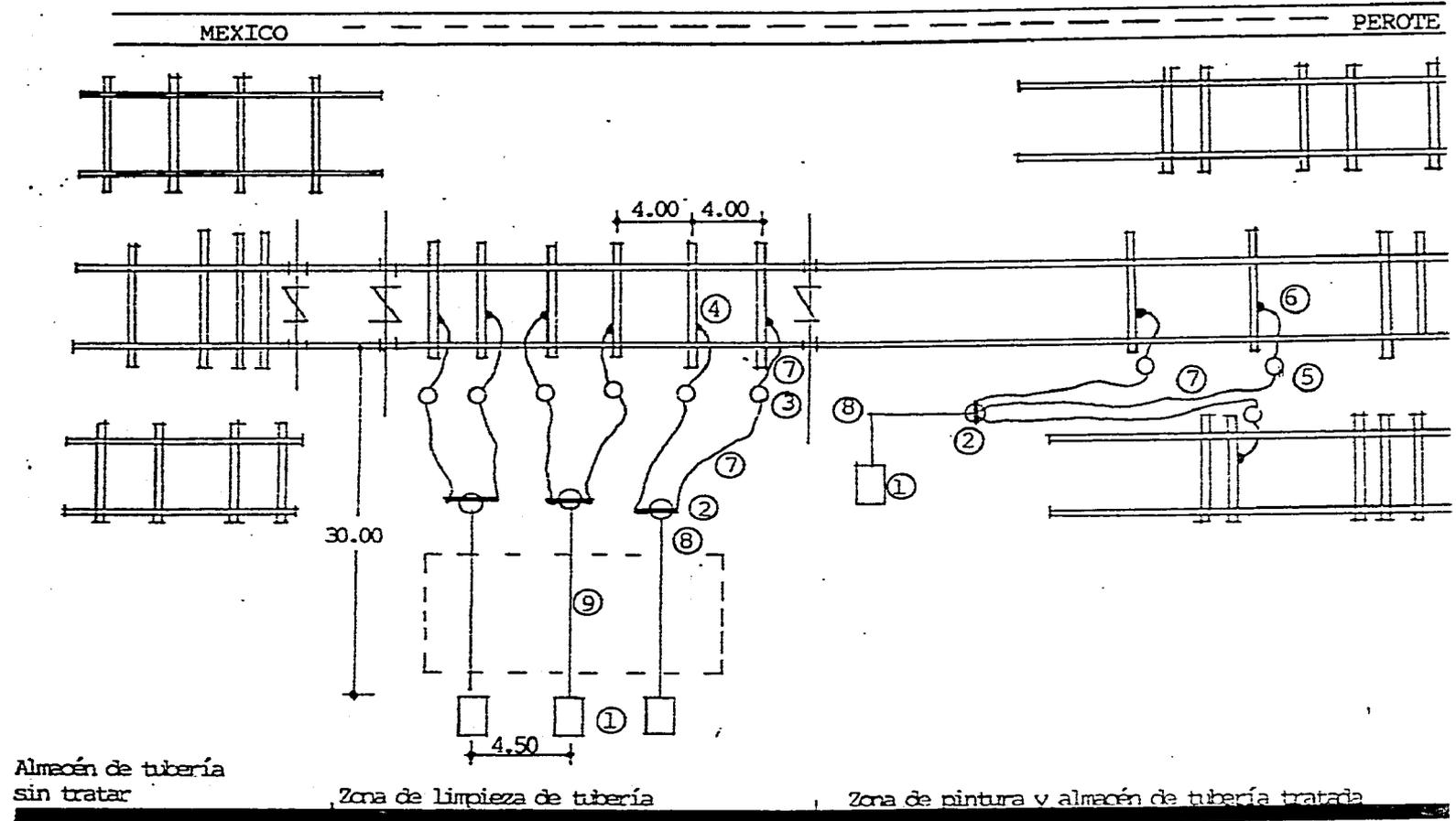
Para la primera etapa de diciembre de 1988 hasta junio de 1989 se tuvo la siguiente fuerza de trabajo: en diciembre de 5 compresores, en enero, febrero y marzo de 10 compresores con un promedio de 16 chorros de arena, se fue aminorando en abril a 7 compresores y en mayo a 4 compresores.

Durante la segunda etapa la cual se dividió a su vez en dos partes, la primera de agosto a septiembre de 1989, se tuvieron un promedio de 4 compresores efectivos. En la segunda parte durante los meses de noviembre y diciembre se utilizaron 5 compresores, a partir de enero se aumento la fuerza a 10, teniendo un promedio de 14 chorros de arena, hasta principios de marzo, después la fuerza fue bajando debido al lento suministro de la tubería.

La capacidad de los compresores fue de 600 p.c.m. a excepción de algunos que se utilizaron durante la primera etapa que eran de 800 p.c.m. Durante la segunda etapa del tratamiento se utilizaron 2068 horas, en sand-blasteo y 526 horas en pintura y colocación de vidromat, sumando un total de 2594 horas efectivas.

Las reparaciones más comunes fueron básicamente eléctricas (marchas, alternadores, reguladores, generadores), otras fueron bombas de inyección, aletas de unidad compresora, filtros separadores, escapes rotos, diafragmas, etc. Uno de los principales problemas a los que se tuvo que hacer frente, fue el calentamiento excesivo de los compresores, este calentamiento en su mayoría, era producto de los radiadores y enfriadores de aceite tapados por el excesivo polvo producto del sand-blasteo, o por problemas mecánicos internos del mismo.

Se tuvo que transportar agua hacia el lugar y alimentar con ella los radiadores y enfriadores continuamente para mantener una temperatura estable del motor, los radiadores y enfriadores eran sondeados frecuentemente. El desgaste de los motores es mucho más alto que en cualquier otro trabajo donde se utilizan compresores. Las reparaciones consumieron casi un total del 40% de las horas en obra.

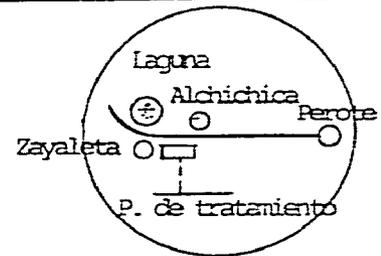


Almacén de tubería sin tratar

Zona de limpieza de tubería

Zona de pintura y almacén de tubería tratada

- 1.- COMPRESORES
- 2.- TRAMPA DE HUMEDAD
- 3.- OLLA DE SAND-BLASTEO
- 4.- SALIDA PARA BOQUILLA DE 1/2" DE ARENA A PRESION
- 5.- OLLA DE PINTURA
- 6.- SALIDA DE PINTURA POR PISTOLA
- 7.- MANGUERA DE ALTA RESISTENCIA DE 1 1/4", 1", 1/2" (PARA PINTURA)
- 8.- TUBERIA DE 2"Ø (TUBO NEGRO O TUBO GALVANIZADO)
- 9.- ZONA DE SECADO DE ARENA



LOCALIZACION

Figura II.1.
Distribución general de la planta de tratamiento

II.3. CONTROL DE CALIDAD

Dentro del control de calidad se incluye una supervisión meticulosa de las actividades de limpieza y aplicación del recubrimiento anticorrosivo, para comprobar la correcta aplicación de este recubrimiento así como su buen funcionamiento se hicieron las siguientes pruebas:

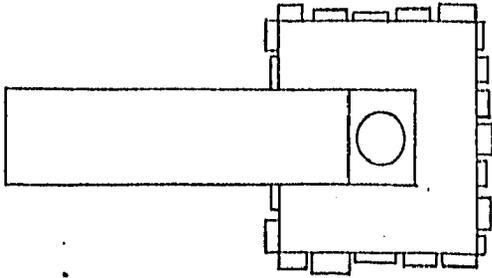
Espesor de la película fresca.- Este se realiza con un "NORSON" que es una medida hecha directamente por el pintor, la cual será del doble de el espesor requerido, ya que al secarse este se reduce en un 50% aproximadamente.

Espesor de la película seca.- Lo realizará directamente el supervisor, mediante un calibrador electrónico, haciendo varias pruebas a lo largo del tubo.

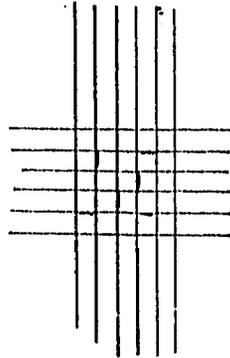
Adherencia.- Esta se conoce por medio del método de la cuadrícula.

Procedimiento: Se trazan con un cortaplumas 6 líneas sobre la superficie ya pintada y curada del tubo de aproximadamente 3 cm., de largo y separadas 3 mm., una de la otra, después se trazan otras 6 líneas perpendiculares a las anteriores, después se procede a colocar una cinta adhesiva (maskin-tape), previa limpieza de la zona, de polvo y materia extraña, esta cinta se retira de un sólo tirón, si a la cinta se le adhieren partículas de pintura con gran facilidad, se tendrá que volver a iniciar el proceso de tratamiento desde la limpieza.

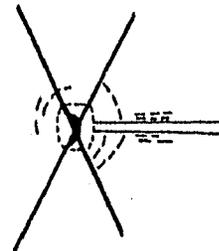
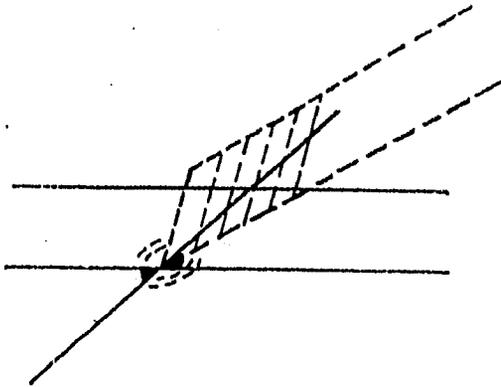
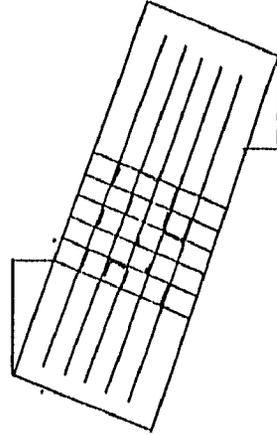
Existen otros métodos para determinar la adherencia, como el método de dos líneas cruzadas por una diagonal; sobre los puntos de cruce de las líneas con el cortaplumas se tratara de desprender la pintura, según el grado de dificultad que se obtenga de esta prueba se determina si la adherencia es aceptable. Otra consiste en trazar dos líneas en forma de "X" y dar tres golpes con fuerza aproximada de 1 Kilogramo de peso, si se desprende la pintura no existe buena adherencia. El caso más usado durante el tratamiento fue el de la cuadrícula, figura II.2. página 51.



"NORSON"



Prueba de la cuadrícula: con
resultado de buena adherencia.



Otras pruebas

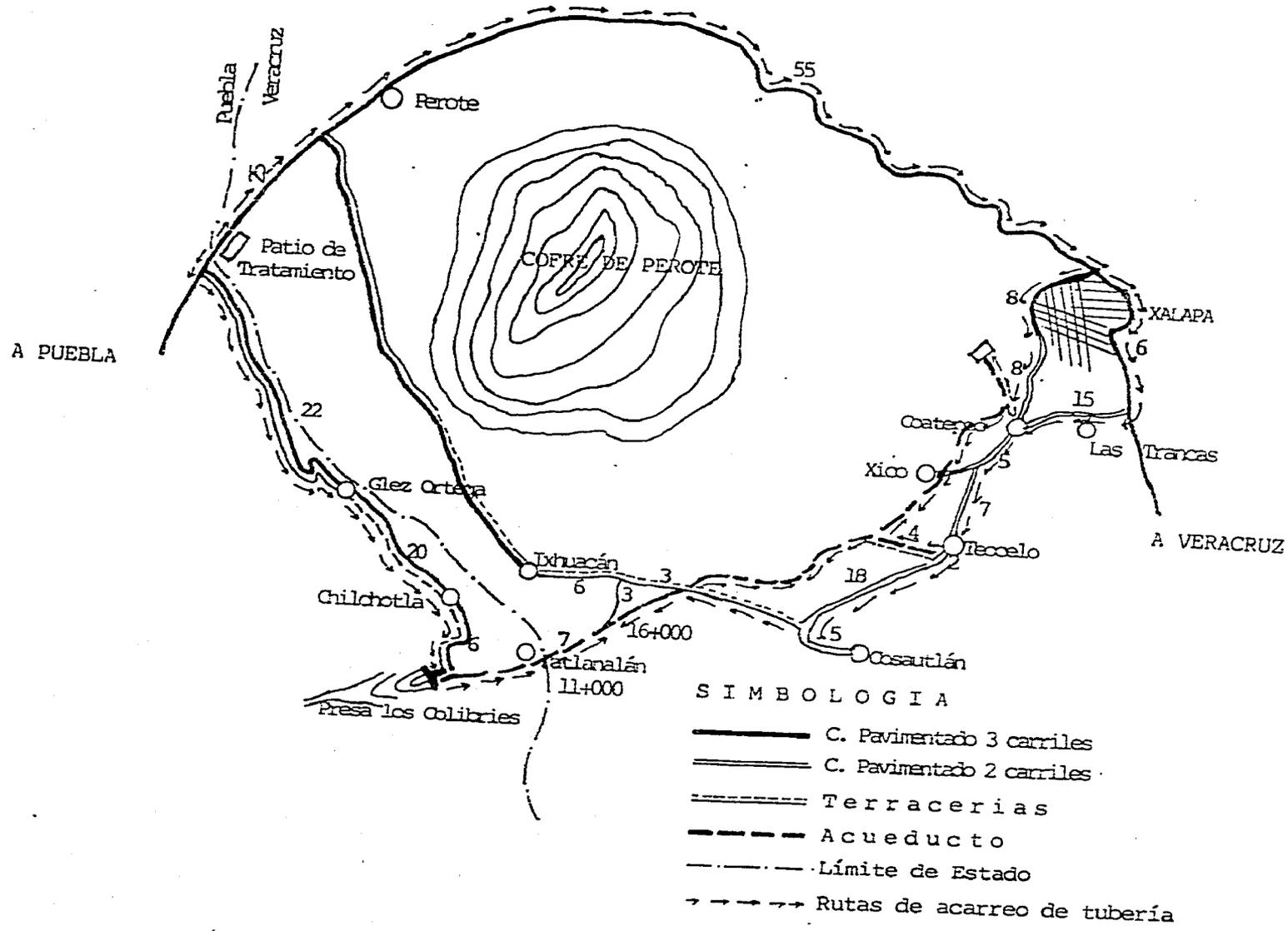


Figura 11.3.
CROQUIS DE ACARREO DE TUBERIA

II.4. ACARREO DE TUBERIA

El acarreo se realizaba desde el patio de tratamiento, ubicado en Zalayeta, Municipio de Perote; hasta el tramo del acueducto en donde se iba a utilizar la tubería. Para este efecto se utilizaron traylers con capacidad máxima de carga de 40 toneladas, con dimensiones de plataforma de 10 metros de largo por 2.40 metros de ancho como se muestra en la figura II.3., Pág. 52.

En la tubería de 24"Ø se utilizó sobre la plataforma una estructura metálica con capacidad de 16 tubos y para la de 30" se transportó en otra similar, estas plataformas se utilizaron en la primera etapa. Para la segunda etapa se optó por utilizar formas de madera, las cuales tenían la horma para calzar el tubo ya sea de 30" o 36" de diámetro. Se transportaban 9 tubos de 30" y 6 tubos de 36", se colocaba entre tubo y tubo una banda de hule que evitaba en lo posible el contacto de éstos con los soportes disminuyendo así las posibilidades de deterioros en la protección mecánica y anticorrosiva. Al amarrar con cadenas los traylers se colocaban bandas o costales en los puntos de contacto con los tubos, con el mismo fin (ver Fig. II.4., Pág. 59 e ilustración de página 144).

PRIMERA ETAPA

Las vías utilizadas en esta etapa eran por Chilchotla y por Jalapa. Por la primera son 54 kilómetros de camino, de los cuales 22 kilómetros son pavimentados pero con gran cantidad de baches, por lo que fue necesario reparar este camino para agilizar el acarreo; los siguientes 32 kilómetros son de terracería los cuales eran rastreados periódicamente con una motoconformadora 120-B, Caterpillar, esto para un mejor tránsito sobre esta vía de tipo sierra con muchas curvas.

Debido a que en el trayecto existe un puente que según estudio previo hecho por peritos en estructuras no soportaría el peso de los traylers totalmente cargados, se transportaban 8 tubos de 24" de diámetro y 6 tubos de 30", pero tal

problema fue solucionado provisionalmente con una alcantarilla con líneas de 90 centímetros de diámetro, esto no fue suficiente durante una avenida extraordinaria que la destruyó. Para agilizar el acarreo por esta vía cuando no se tenía la alcantarilla se optó por hacer viajes de 16 tubos y descargar 8 al llegar al puente, después se transportaban los 8 tubos restantes.

Por Jalapa la distancia promedio fue de 150 kilómetros, de los cuales los primeros 85, son de camino pavimentado de tres carriles en buenas condiciones, de estos aproximadamente 45 kilómetros, son de tipo sierra con curvas, esta distancia es la de Zalayeta (patio de tratamiento) a Jalapa, hubo dos opciones por la avenida Ruiz Cortines y vía las Trancas. De Jalapa a Pocitos (desviación de Ixhuacán) hay 38 kilómetros de camino pavimentado, este también tiene muchas curvas. De Pocitos al Km. 15+200 son aproximadamente 10 kilómetros de terracerías, de aquí se transportó por el camino de servicio del acueducto.

Del Km. 0+000 al Km. 12+560 se introdujo por Chilchotla.

Del Km. 12+560 al Km. 45+321 por Jalapa.

Para la primera etapa se utilizaron 2 traylers uno para la tubería de 24"Ø y otro para la de 30"Ø, ambos provistos de jaula metálica, se tenían los siguientes rendimientos.

1.5 viajes/trayler/día vía Chilchotla llevando tubería de 24"Ø al Km. 0+000.

1.0 viajes/trayler/día vía Jalapa llevando tubería de 24" y 30"Ø al Km. 12+000.

1.0 viajes/trayler/día vía Chilchotla llevando tubería de 30"Ø al Km. 10+000.

Tiempos de carga con jaula metálica en los traylers.

45 minutos en tubería de 24"Ø cada 16 piezas.

25 minutos en tubería de 30" y/o 36"Ø cada 9 piezas.

Estos tiempos incluyen el tiempo de carga y amarre de la tubería. Para la descarga el rendimiento es variable, pues en ocasiones se descargaba en un almacén provisional y otras directamente sobre la línea.

SEGUNDA ETAPA

La única vía utilizada en esta etapa fue por Jalapa debido esto a las mejores condiciones del camino de Zalayeta a Jalapa. De Jalapa se transportaban por la Av. Ruiz Cortines cuando se contaba con el permiso de Tránsito del Estado o por las Trancas cuando no se contaba con él, lo cual representaba más tiempo y kilómetros recorridos de acarreo, de Jalapa a Coatepec, Xico o Teocelo es camino pavimentado, siguiendo después por los caminos accesos al acueducto o por el camino de servicios del acueducto.

En este período se usaron trailers según la demanda de tubería en la instalación de la línea, trabajándose con 2 en diciembre de 1989, con 3 en enero de 1990 y con 5 en febrero y principios de marzo, del mismo año. En esta etapa, el camino usado fue por vía Jalapa, y se tuvieron un total de 300 viajes, con el siguiente consumo de trailers:

Diciembre de 1989 = 24 días-trayler.

Enero de 1990 = 108 días-trayler.

Febrero de 1990 = 96 días-trayler.

Marzo de 1990 = 52 días-trayler.

Abril de 1990 = 4 días-trayler.

Total = 284 días-trayler.

$300 \text{ viajes} / 284 \text{ días-trayler} = 1.2 \text{ viajes/día-trayler}$.

$1.2 \text{ viajes/trayler-día en } 120 \text{ Km. de recorrido}$.

Total de viajes

(1a. Etapa)

52 viajes con 16 tubos de 24" = 832

99 viajes con 8 tubos de 24" = 792

11 viajes con 6 tubos de 30" = 66

51 viajes con 9 tubos de 30" = 459

Total = 2149 tubos

9 viajes de tubería de 24"Ø vía Jalapa en 150 Km.

142 viajes de tubería de 24"Ø vía Chilchotla en 54 Km.

24 viajes de tubería de 30"Ø vía Jalapa en 150 Km.

38 viajes de tubería de 30"Ø vía Chilchotla en 54 Km.

(2a. Etapa)

173 viajes de tubería de 36"Ø con 6 tubos c/u = 1028

120 viajes de tubería de 30"Ø con 9 tubos c/u = 1076

7 viajes de tubería de 24"Ø con 10 tubos c/u = 67

Total = 2171

Nota: Algunos viajes se realizaron con menor número de tubos, del que estaba previsto.

Estos viajes fueron realizados vía Jalapa a una distancia promedio de 120 kilómetros.

Tiempos de carga con formas de madera.

30 minutos en tubería de 30"Ø con 9 piezas

20 minutos en tubería de 36"Ø con 6 piezas.

Incluye tiempo de carga y amarre.

PERSONAL Y EQUIPO USADO PARA LA CARGA Y DESCARGA

1 Grúas P&H modelo R-2000

1 Operadores de grúa

3 Ayudantes de grúa para maniobras

Esta fuerza de trabajo se utiliza para cada actividad, carga y descarga, si queremos saber el equipo y personal total, únicamente tenemos que duplicar cada concepto.

La grúa que se utilizó tiene una capacidad de carga de 20 toneladas, en el patio de tratamiento tenía dos usos:

Uno de ellos era provocado porque los tubos tenían un peso aproximado de dos toneladas, y no era posible cambiarlos de lugar a menos que fuera rodando sobre los tubos que servían de cama y tenían por objeto el transportar los tubos del área de sand-blasteo al área de pintura. Se tenían áreas de almacenamiento del tubo sin tratar, y este se tenía que mover y montar hacia los tubos que servían de rieles para el sand-blasteo, y del área de pintura al área de almacenamiento de producto terminado (figura II.1., Pág. 49).

Otro de los usos consistía en cargar los trailers que servían para transportar los tubos del patio de tratamiento a la zona de colocación del tubo en la línea (ver ilustración de la página 144).

Esta máquina era indispensable para obtener avance en el tratamiento y en el acarreo de la tubería.

ACARREO LOCAL DE TUBERIA

El acarreo local sólo se hizo en lugares inaccesibles; como en cruces de ríos y arroyos en donde las pendientes eran considerablemente fuertes, tanto que impedían el acceso de equipo con neumáticos y que únicamente se pudo hacer dicho acarreo con equipo de orugas, hubo zonas que por tener pendientes muy fuertes no se hizo ningún acarreo y se tuvo que lanzar la tubería.

Podemos hacer mención del lanzamiento de tubería de 24"Ø para la obra de excedencias de la caja cuatro, con una grúa P&H apoyándose en la parte trasera de ella una retroexcavadora Poclair para asegurar su estabilidad.

Los caminos revestidos que se construyeron con el fin de tener un mejor acceso a la línea de conducción y que pueden utilizarse como caminos rurales son los siguientes:

De Tlaltetela Km. 16+720, a Tetlaxca Km. 19+570, con longitud de 2.9 Kilómetros.

De Tetlaxca Km. 19+570, a la desviación a Villa Hermosa, carretera Teocelo-Ixhuacán Km. 22+540, con longitud de 3.0 Kilómetros.

De la desviación a Villa Hermosa 22+540, a la desviación a Coyopola Km. 23+150, con longitud de 600 metros.

De la desviación a Coyopola Km. 23+150, a la Alameda Km. 25+060, con longitud de 1.9 Kilómetros.

De la Alameda Km. 25+060, a el Paso del Obispo, Km. 27+800, con longitud de 2.8 Kilómetros.

Del Paso del Obispo Km. 27+800, a la desviación La Capilla; carretera Teocelo-Ixhuacán Km. 28+320, con longitud de 500 metros.

De la desviación La Capilla Km. 28+320, a la desviación a Xico Km. 31+900, con longitud de 3.6 Kilómetros.

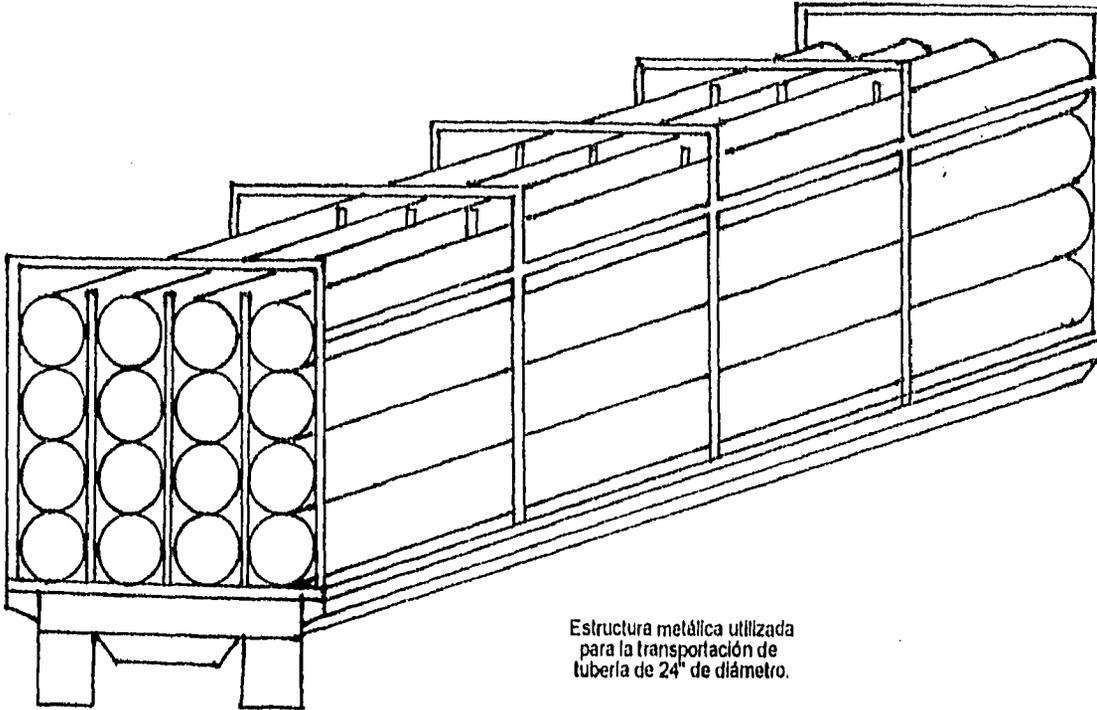
En resumen obtenemos que se construyeron caminos revestidos de Tlaltetela a Xico con una longitud total de 15.3 Kilómetros.

De El Haya Km. 33+700, a la desviación a Ursulo Galván Km. 35+300, con longitud de 1.6 Kilómetros.

De la desviación a Ursulo Galván Km. 35+300, a Coatepec Km. 39+000, con longitud de 3.7 Kilómetros.

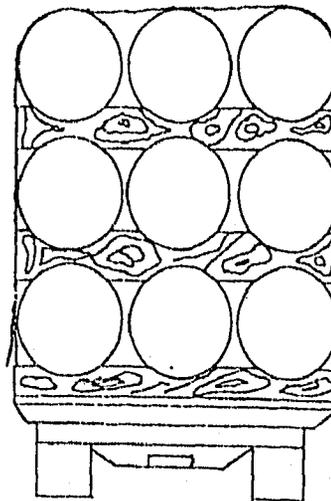
En total se construyeron caminos de El Haya a Coatepec con una longitud de 5.3 Kilómetros (página 154).

Figura II.4.
Formas de madera para calzar tubería de 30" y 36" de diámetro para su transporte.

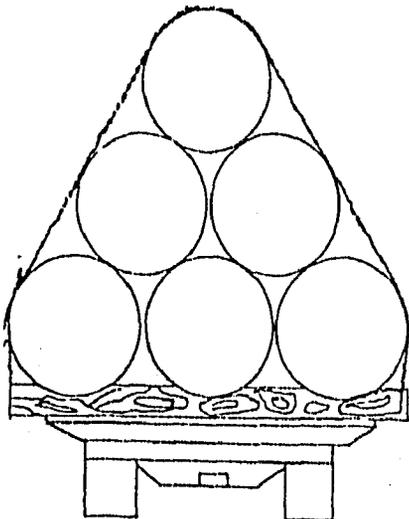


Peso 22 Ton. en tubo.

Estructura metálica utilizada
para la transportación de
tubería de 24" de diámetro.



Peso 18 Ton. en tubo. >



Peso 14 Ton. en tubo. <

Por último se construyó un camino de La Colonia Cuauhtemoc Km. 45+500, a el cruce con el camino de Xoloxtla Km. 52+000, con una longitud de 6.5 Kilómetros.

Nota: Todos los cadenamientos están referenciados respecto al eje de la línea de conducción.

II.5. CORTE Y BISELADO

Conforme aumenta el espesor del metal se hace más difícil o imposible obtener una penetración completa, salvo que se haga una preparación especial de las orillas del metal. Por ello éstas se modifican para darles una conformación que permita una buena penetración.

1.- En metal de 1.5 mm a 6 mm (1/16 in a 1/4 in) se puede formar una unión a tope sin necesidad de una preparación especial.

2.- En metal con espesor entre 6 mm y 19 mm (1/4 in a 3/4 in) se forma una "V" sencilla.

Al formar una unión en "V" el ángulo de éste debe ser lo más pequeño posible para ahorrar metal calor y disminuir la contracción. Pero el ángulo debe ser lo bastante grande para permitir la penetración y fusión en todo el espesor base.

"La mayoría de los códigos o reglamentos aplicables a la fabricación de recipientes, depósitos y conducciones tubulares a presión, generalmente reconocen que los materiales perfectos no existen y permiten la presencia de algunos defectos estableciéndose ciertas limitaciones sobre el tipo, tamaño, localización y distribución de los mismos.

Desgraciadamente, los efectos producidos por muchos defectos durante el servicio de los recipientes y conducciones tubulares a presión son en gran parte mal interpretados por los técnicos. A algunos defectos se les da gran

importancia estableciendo para ellos estrechas limitaciones, mientras que otros son pasados por alto, aunque pueden representar un serio riesgo durante el funcionamiento del equipo.

Los requisitos establecidos en las especificaciones basadas únicamente en el resultado de un pequeño número de pruebas de laboratorio, pueden dar lugar a conclusiones falsas y ser parte de un gran número de roturas" (Pág. 23, ref. 2).

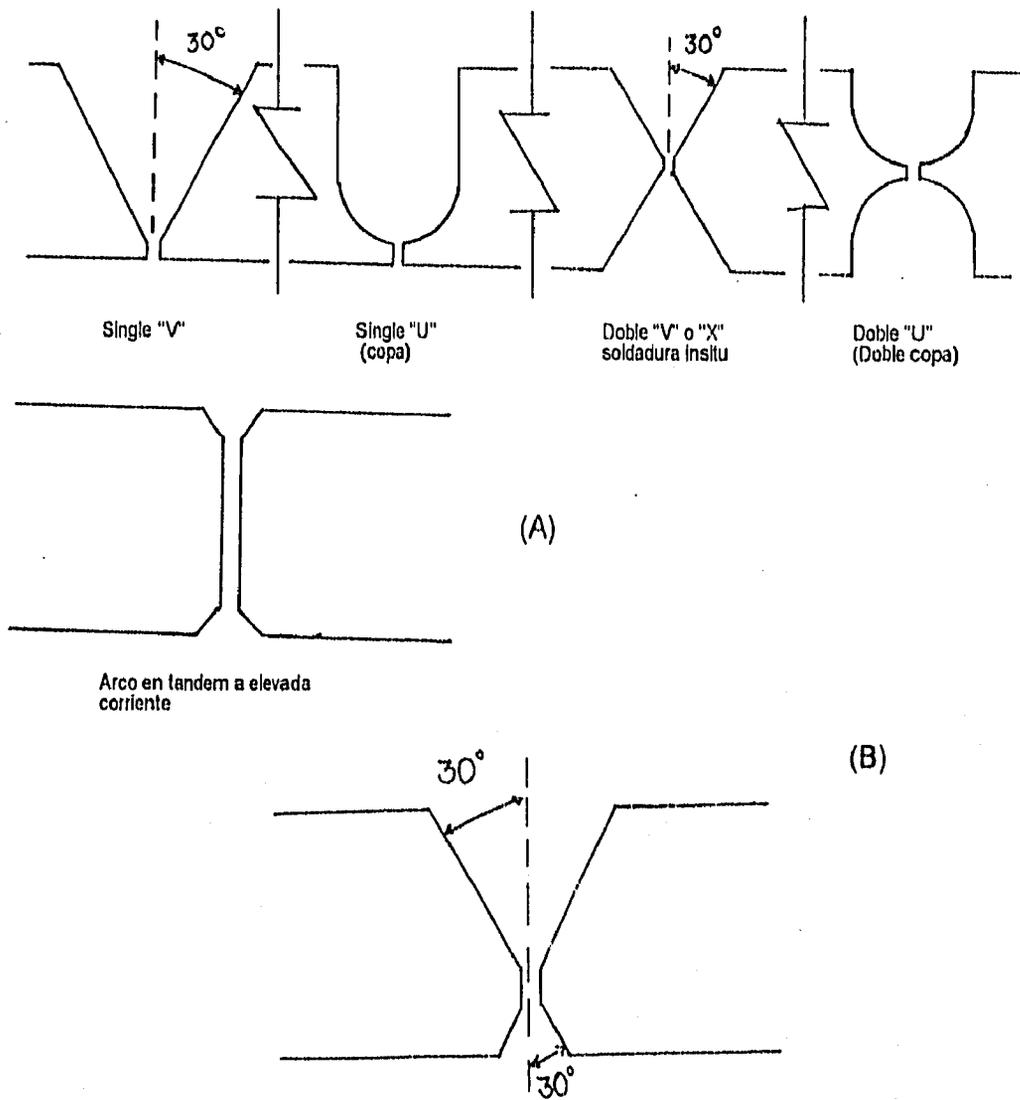
"El tipo de unión más fácil y económico consiste en la soldadura a tope con preparación en doble "V" o "X" y en simple "V", sobre todo cuando dichos chaflanes se han realizado por un método de corte con llama. La soldadura de la unión con electrodos protegidos, por el procedimiento de arco metálico protegido, arco sumergido u otro método, puede dar lugar a defectos de falta de penetración en la raíz de la soldadura. El peligro de tales defectos de falta de penetración es particularmente acusado cuando la soldadura se realiza por un solo lado, como ocurre normalmente en el caso de la unión de tubos en el que el interior no es accesible para la realización del cordón del reverso, reparación o moleteados. Estos defectos en la raíz son indeseables cuando la situación en servicio exige temperaturas bajo cero, temperaturas o presiones altas, fatigas térmicas o mecánicas o corrosión bajo carga estática" (Pág. 55, ref. 2).

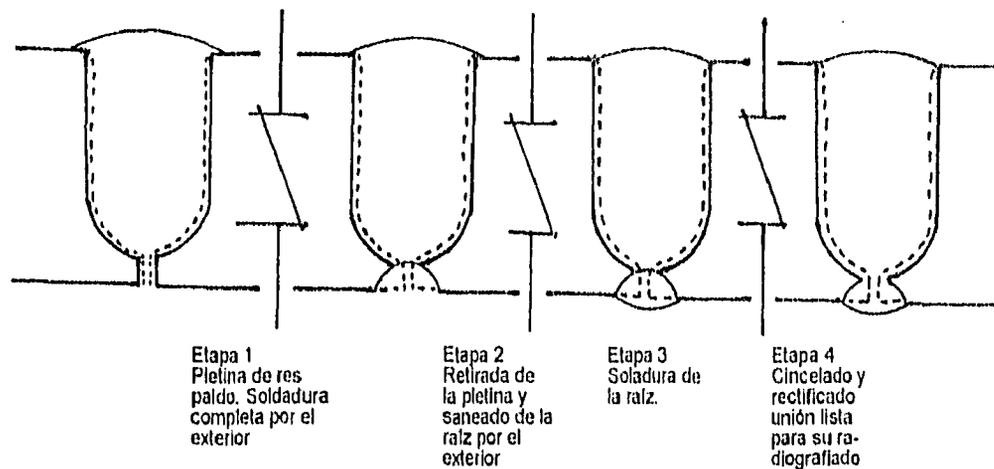
Puesto que aun la inspección más rigurosas no resulta ser una plena garantía para el éxito de la unión soldada, la importancia de la selección de la preparación más adecuada para el soldador y para el material no puede ser menospreciada.

Según la sección de conexiones soldadas (Ref. 3), en la figura siguiente se muestran algunas "juntas aceptadas sin calificación (sin nomenclatura) bajo el código AWS (American Welding Society)". Pág. 228, referencia 3. Que son las mismas expresadas en la Pag. 56 de la referencia 2 (Fig. II.5., Pág. 62).

"En la figura se representan ejemplos de buenas uniones aplicables a diferentes procesos de soldadura para recipientes a presión y tuberías. Estas figuras nos muestran solamente unos pocos ejemplos de aplicación, existiendo muchos otros tipos de uniones que pueden ser aceptables."

Figura II.5.





(C)

"Ejemplo de tipos convencionales de falones de chaflán para soldadura utilizados en recipientes a presión. (A) Disposición utilizada para soldadura por arco metálico protegido y arco sumergido. (B) Disposición para soldadura por arco metálico protegido. (C) Etapas seguidas generalmente en chaflanes en "U" en soldadura por arco sumergido. Sacado de "Pressure Vessels and Boilers" pág. 85.14 "Welding Handbook" 4a. Ed. Section V. American Welding Society, New York 1962."

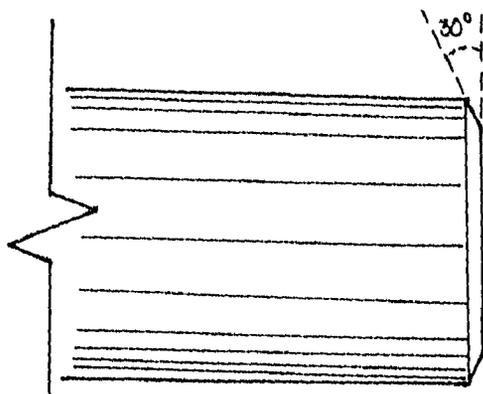
Sacado de la Pag. 56, referencia 2.

El objetivo de esta actividad es la de habilitar el tubo para una correcta y fácil unión entre tramos de tubería mediante un cordón de soldadura.

Este proceso se llevo a cabo la mayor parte sobre la tubería de 24"Ø debido a que esta era tubería que tenia mucho tiempo en el almacén y la cual no poseía ningún tipo de tratamiento anticorrosivo excepto la aplicación de primario en el interior, debido a esto, la tubería presentaba un alto grado de corrosión en la parte exterior y sobre todo en las puntas, las cuales presentaban una marcada disminución en el espesor con relación al resto del tubo, procediéndose a aplicar un corte, utilizando para ello un soplete o una biseladora (soplete montado sobre unos carretes que permiten una correcta alineación circular al corte), al concluir el corte se esmerila dicha parte con pulidoras eléctricas, dejando la superficie completamente lisa con una ángulo de 30° a 35° para la colocación y junteo de la tubería con soldadura (Fig. II.6., Pág. 64).

Otro caso en el cual fue necesario biselar, fue el la fabricación de piezas especiales y en la colocación de carretes de ajuste.

Figura II.6.



Biselado.

II.6. RESUMEN DE RENDIMIENTOS PARA EL TRATAMIENTO

Tabla II.4.

TRATAMIENTO INTERIOR CON PRIMARIO RP-6 Y ACABADO RA-26

(1a. ETAPA)

	AVANCE	CONSUMO	RENDIMIENTO
	(M2)	(LT)	(LT/M2)
RP-6 (BASE)	37196.21	4311	0.116
RP-6 (REACTOR)		1077	0.145*
RA-26 (BASE)	36870.86	13244	0.360
RA-26 (REACTOR)		6712	0.541*

TRATAMIENTO EXTERIOR CON PRIMARIO RP-5B

(1a. ETAPA)

	AVANCE	CONSUMO	RENDIMIENTO
	(M2)	(LT)	(LT/M2)
RP-5B (BASE)	49708.22	36940	0.743
RP-5B (REACTOR)		9715	0.939*

(2a. ETAPA)

	AVANCE	CONSUMO	RENDIMIENTO
	(M2)	(LT)	(LT/M2)
RP-5B (BASE)	68387.83	49080	0.718
RP-5B (REACTOR)		12305	0.898*

* RENDIMIENTOS OBTENIDOS TOMANDO EN CUENTA LA SUMA DEL REACTOR Y LA BASE, YA QUE EL CONSUMO ES ACUMULATIVO.

Tabla II.5. RESUMEN DE RENDIMIENTOS

	BASE	BASE + REACTOR
	LT/M2	LT/M2
RP-6	0.116	0.145
RA-26	0.360	0.541
RP-5B	0.730	0.918

SAND-BLASTEO

RENDIMIENTO DE LIMPIEZA

15 M2/HR POR CHORRO DE ARENA EN TUBERIA NUEVA

11 M2/HR POR CHORRO DE ARENA EN TUBERIA CON CORROSION (USADA)

ARENA PARA LIMPIEZA

TUBERIA NUEVA = 40 M2/M3

TUBERIA USADA = 22 M2/M3

VIDROMAT (PROTECCION MECANICA)

1 ROLLO DE 18" X 400'

TUBERIA DE 36" DE DIAMETRO = 0.85 ROLLOS

TUBERIA DE 30" DE DIAMETRO = 0.66 ROLLOS

TUBERIA DE 24" DE DIAMETRO = 0.50 ROLLOS

EFICIENCIA MECANICA

HORAS COMPRESOR – METROS CUADRADOS = RENDIMIENTO POR TAREA

2068 – 68387 = 0.030 HR/M2 = RENDIMIENTO DE LIMPIEZA

526 – 68387 = 0.008 HR/M2 = RENDIMIENTO DE PINTURA

Por cada compresor de las dos actividades se activaron las siguientes cuadrillas:

LIMPIEZA

Operador de compresor

1/5 de mecánico

2 peones (secado de arena)

2 ayudantes de sopletero

2 sopleteros

PINTURA

Operador de compresor

1/5 de mecánico

6 pintores

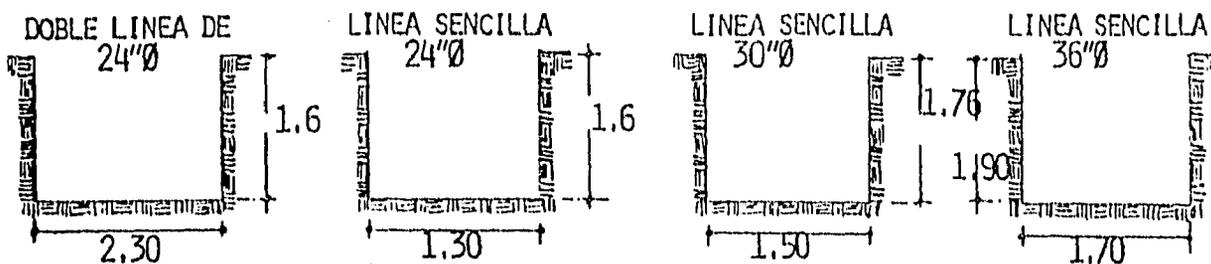
6 ayudantes de pintor

Con estas cuadrillas, una tabla de salarios y los rendimientos obtenidos a lo largo de estas dos actividades, podemos calcular los costos unitarios del proceso; de esta manera nos podemos dar una idea de los costos por tratamiento de tubería.

III. EXCAVACION DE ZANJAS

La excavación de zanja en términos generales, es una actividad que resulta como consecuencia del alojamiento de la tubería. En la obra se tuvieron tres secciones tipo de acuerdo al número de líneas y diámetro de la tubería.

Figura III.1.



En la excavación se tuvieron cuatro secciones y con diferentes tipos de material; los materiales existentes fueron los siguientes:

- Común*
- Común en presencia de agua
- Roca
- Roca en presencia de agua

*El material común para este caso, es aquel en el que puede hacerse la zanja con el uso solamente de la retroexcavadora, es decir que no es necesario el uso de explosivos, así pues, abarcamos materiales como grava, arena, arcilla y otros que se presentaron a lo largo de la excavación de zanjas.

Esta actividad es muy importante, ya que de ella dependen todas las demás y principalmente la instalación de tubería, nos referimos a la excavación como la actividad que definirá el trazo y nivelación topográfica de la tubería, la zanja debe dejarse lo más simple que se pueda; es decir tratar de evitar los PI tanto verticales como horizontales, en caso de existir deben ser suaves, es decir de 4° hasta 10° ya que de 1° a 4° lo absorbe la tubería por peso propio, de lo

contrario tendremos atraso en la instalación, porque ello implica mayor fabricación de piezas especiales.

El equipo que se utilizó para este tipo de excavación en la obra fueron retroexcavadoras Caterpillar 235, Yumbo y Poclain. En cuanto al equipo de barrenación se utilizaron compresores con capacidad de 600 p.c.m., perforadoras de piso y mangueras (ver ilustración página 145).

III.1. EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA

La excavación en este tipo de material se prolongo demasiado, debido al tipo de roca muy fracturada que existe en la zona, a consecuencia de ello se barrenó (moneó) en algunos tramos hasta tres veces para que la zanja quedara terminada al 100%.

Antes de iniciar la excavación a un ritmo normal se hicieron pruebas de barrenación para ver cual era la más conveniente y se llegó a la conclusión de utilizar la prueba para tubería de 24"Ø con doble línea, ya que el procedimiento para la tubería de 24"Ø con una sola línea y de 30"Ø fue similar.

CONSUMO DE EXPLOSIVO

La cantidad de explosivo utilizado por m³, fue aproximadamente de 600 gr/m³ con un porcentaje de 70% de Afomex y un 30% para dinamita, como elemento importante para el dinamitado de la roca en zanja, se puede hacer mención del uso de retardadores de 25 metros, el uso de estos retardadores fue principalmente para que los barrenos del centro reaccionaran primero y posteriormente los de cada extremo, esto con la finalidad de que la zanja no se erosionara a causa de la detonación, ya que nos provocaría un volumen mayor a excavar y por lo tanto un número mayor de acarrees para relleno (ver figura III.2. páginas 69 y 70).

El equipo utilizado para la barrenación, dinamitado y excavación de zanja fue el siguiente:

EQUIPO MECANICO

1 compresor con capacidad de 600 p.c.m.

6 perforadoras de piso de 3/4" a 1"

6 barras desde .80 a 3.00 m. de longitud

12 tramos de manguera

1 retroexcavadora

EQUIPO HUMANO

1 cabo de barrenación

1 compresorista

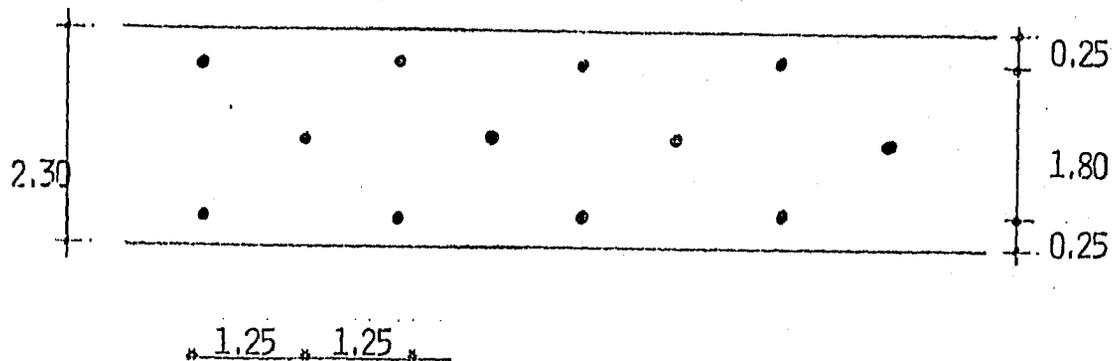
6 perforistas

4 ayudantes

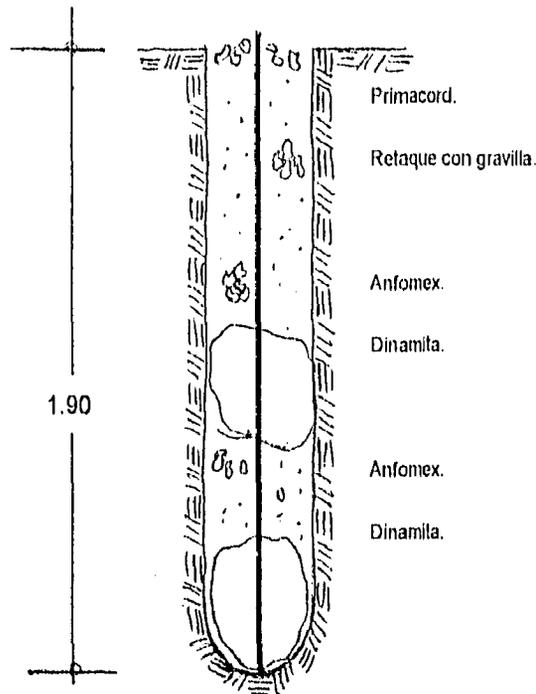
1 operador de retroexcavadoras

Figura III.2.
Arreglo de barrenos.

Planta



Forma de cargar el barrete.



III.2. EXCAVACION EN CRUCES

De roca:

La excavación en los diferentes cruces a lo largo de la línea fue similar, las variantes fueron las pendientes muy fuertes que impidieron en todo momento el acceso al equipo mecánico (retroexcavadoras). Los rezagos producto de detonaciones, sólo se pudieron sacar a mano. En cuanto a la barrenación, el compresor se colocó hasta donde se pudo llegar y de ahí suministrar aire a las perforadoras con mangueras de longitud considerable.

En vados de ríos y arroyos:

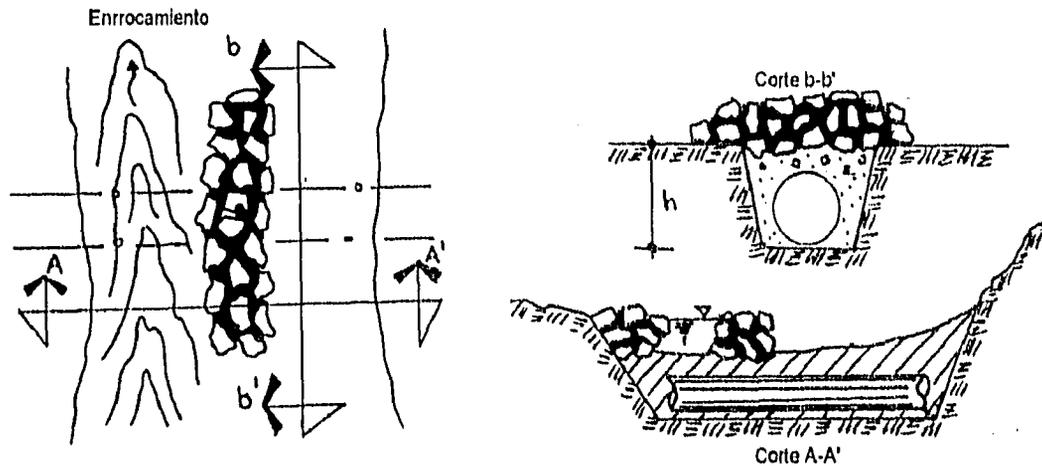
La excavación en las partes bajas (vados) de los cruces de ríos y arroyos, se ejecutó de dos formas dependiendo de la topografía del terreno, figura

III.3.

1.- Cuando se tiene una sección amplia para desviar el cause del río.

2.- Cuando se tiene una sección angosta que impide el desvío del río y que se tendrá que encausar a través de tubos.

Figura III.3.



Existen otros procedimientos de construcción para la ejecución de cruces en ríos, pero en la obra se utilizaron sólo estos dos tipos, de los cuales se considera que el procedimiento más sencillo es el número uno (ilustraciones de las páginas 148 y 153).

De caminos:

La excavación en este tipo de cruces debe hacerse lo más pronto posible, en cuanto se decida atacarse, una vez que se inicie es conveniente que se tenga una lingada aprobada al 100%, para que después de terminada la zanja se proceda a la instalación de la tubería y posteriormente al relleno.

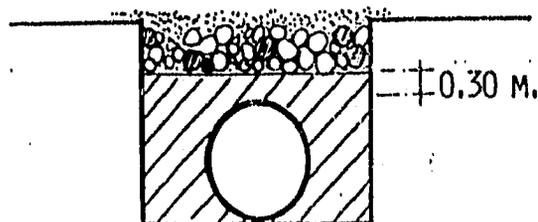
Esta actividad debe hacerse en el mismo día para no interrumpir el tráfico vehicular.

III.3. RELLENO DE ZANJA

El relleno en zanja debe hacerse con cualquier material fino de preferencia arcilloso bien compactado para evitar deslaves o deslizamientos en las pendientes; este tipo de relleno se hace con el siguiente procedimiento: se

vacía material fino a lo largo y ancho de la zanja con un espesor aproximado de 30 centímetros y se procede a compactar con pisones neumáticos, bailarinas o en su defecto pisones de mano, así hasta completar el relleno total de la zanja con la tubería ya instalada por supuesto (ver ilustración de la página 145). El relleno también se puede hacer con rocas, pero se deberá proteger el tubo primeramente con una capa de 30 cm. arriba del lomo superior del tubo, con material fino (figura III.4.); teniendo este colchón podemos vaciar roca producto de excavación. De esta manera se obtiene un mayor rendimiento en el relleno, ya que el proceso de compactación para la roca no es necesario, simplemente se vacía la roca a volteo (teniendo cuidado de que la caída no sea de gran altura, ya que podría afectar la tubería), y se agrega agua para que las rocas se acomoden por gravedad, para este tipo de relleno se recomienda que dentro de nuestro material grueso exista algo de fino como arena, esto para un mejor acomodo de las partículas, como sucede con los suelos aluviales.

Figura III.4.



Sección de relleno
Colchón en el lomo superior de la tubería

Para el relleno de zanja se utilizaron diferentes tipos de material.

- 1.- Material producto de excavación.
- 2.- Material producto de banco.

1.- Cuando este material es saturado o se satura por las lluvias y cae dentro de la corona deberá ser sustituido por algún material de banco que pueda compactarse.

Esto es con el fin de tener una vialidad segura sobre el tramo.

2.- El material producto de banco fue designado de acuerdo a la distancia de acarreo, para relleno también se utilizaron bancos de arcilla con un porcentaje de humedad que lo hacia compactable.

III.3.1. RELLENO EN ZANJAS DE RIOS Y ARROYOS

En los cruces nos encontramos con arenas, arcillas y boleos.

1.- Arenas. Debido a su muy baja compactibilidad, fue necesario construir vados de concreto y mampostería para evitar que las lluvias erosionarán la cepa y descubrieran el tubo.

2.- Arcillas. En las arcillas no existió el problema de la erosión, el relleno se hizo con este material y se compactó sólo por consolidación, en algunos cruces se construyeron vados para asegurarse que no se erosionara la zanja.

3.- Boleos. Los boleos existieron principalmente en los cruces de ríos, para poder utilizar este material como relleno se hizo un colchón de 1.00 mts. arriba del lomo del tubo con arena. Posteriormente se utilizó el boleado para rellenar hasta el nivel del cause normal del río.

III.3.2. RELLENO DE ZANJAS CON PENDIENTES MAYORES DE 20%

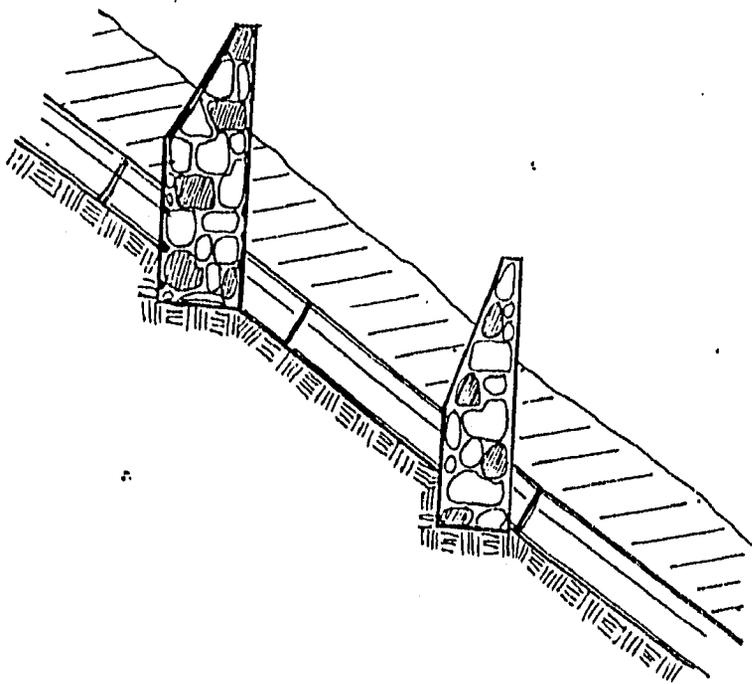
El relleno en pendientes se hizo normalmente con gente ya que el uso de equipo era prácticamente imposible, debido a lo inaccesible del terreno; el material acarreado de banco se hizo llegar a la cepa por medio de chorreaderos y de ahí se traspaleo por peones.

Para sostener el material de relleno, se construyeron muros de contención, estos muros se construyeron principalmente para retener relleno y proteger la tubería en época de lluvias (figura III.5.).

Cuando se inicie el relleno es conveniente que se tomen en cuenta los siguientes puntos:

- a) radiografías aprobadas de las soldaduras.
- b) parchado interior y exterior de soldaduras.
- c) parchado exterior de la tubería.
- d) descalzar la tubería.

Figura III.5.



Detalle del relleno en pendientes mayores de 20%

Cuando se inicia la actividad de relleno, significa que todas las actividades de tratamiento e instalación de tubería están terminadas al 100%.

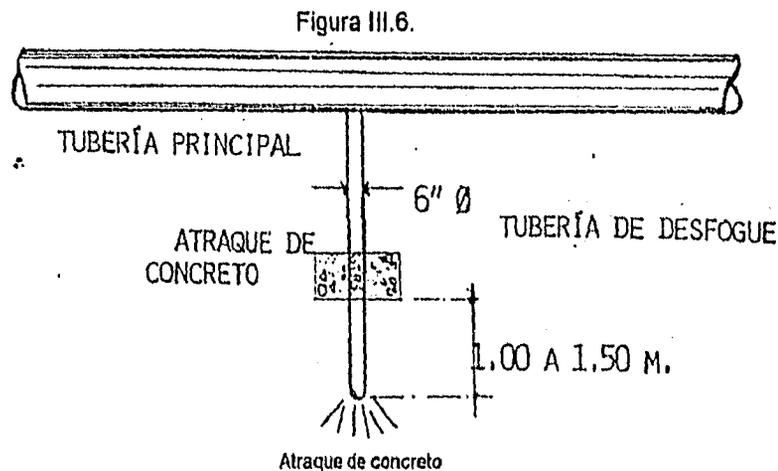
III.4. CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS ESPECIALES

CONSTRUCCION DE ATRAQUES

La construcción de atraques se hizo principalmente en los desfuegos para darle mayor rigidez a la tubería cuando se hiciera uso de ella, y evitar así que existiera alguna falla en la soldadura de unión, entre la tubería de línea normal y la tubería de desfogue (ver ilustración página 146).

Los atraques se colocan aproximadamente entre 1.00 y 1.50 metros, antes del extremo final de la tubería de desfogue para rigidizar y evitar que vibre el tubo cuando se efectúa alguna descarga de la línea normal (figura III.6.).

Como recomendación para descarga de la línea, ésta debe hacerse en ríos y arroyos o en su defecto en lugares con terreno natural rocoso para evitar erosiones y daños en sembradíos.



CONSTRUCCION DE CONTRAPESOS DE CONCRETO

Los contrapesos se construyeron únicamente en los cruces de ríos y arroyos, para evitar que la tubería de la línea flotara a consecuencia de la presión ejercida por el agua existente en la cepa, para poder construir dicho contrapeso se tuvo que abatir el nivel freático hasta el arrastre inferior de tubo y dar inicio al armado del acero y posteriormente iniciar el colado. Los contrapesos se

construyeron en los tres tipos de tubería existentes en la obra 24", 30" y 36" de diámetro (ilustración, página 146).

III.5. RENDIMIENTOS

BARRENACION EN ZANJA 1a. ETAPA

Tabla III.1. Rendimiento de compresor No. 1 de 580 p.c.m. de capacidad.

FECHA	M.L.*	H.E.*	PERF.	REND. ML/HR/PERF.
24 feb 89	202.44	7	4	7.23
28 feb 89	153.16	7	4	5.47
01 mar 89	137.92	8	4	4.31
02 mar 89	92.12	7	4	3.29
03 mar 89	137.92	8	4	4.31
06 mar 89	45.64	7	2	3.26
08 mar 89	60.00	4	3	5.00
09 mar 89	101.52	8	3	4.23
10 mar 89	91.14	7	3	4.34
11 mar 89	50.40	6	3	2.80
13 mar 89	136.96	8	4	4.28
14 mar 89	64.80	5	4	3.24
15 mar 89	165.76	8	4	5.18
28 mar 89	97.56	6	3	5.42
29 mar 89	23.64	2	3	3.94
30 mar 89	23.64	2	3	3.94
03 abr 89	73.80	5	3	4.92
07 abr 89	110.08	8	2	6.88
13 abr 89	79.92	6	2	6.66
17 abr 89	36.00	4	2	4.50
18 abr 89	67.20	6	2	5.60

FECHA	M.L.*	H.E.*	PERF.	REND. ML/HR/PERF.
19 abr 89	216.06	9	4	6.00
20 abr 89	93.60	8	2	<u>5.85</u>
				110.63

REND. = 4.81 ML/HR/PERF.

Tabla III.2. Rendimiento de compresor No. 2 de 600 p.c.m. de capacidad.

FECHA	M.L.*	H.E.*	PERF.	REND. ML/HR/PERF.
18 feb 89	85.00	5	4	4.25
19 feb 89	227.52	8	4	7.11
21 feb 89	145.00	5	4	7.25
23 feb 89	41.28	2	4	5.16
24 feb 89	46.08	4	4	2.88
28 feb 89	96.00	8	4	3.00
15 abr 89	76.14	6	3	4.23
17 abr 89	122.56	8	4	3.83
19 abr 89	201.56	8	4	6.30
24 abr 89	206.28	9	4	5.73
25 abr 89	117.60	5	4	5.88
26 abr 89	103.80	5	4	5.19
27 abr 89	163.24	7	4	<u>5.83</u>
				66.64

REND. = 5.13 ML/HR/PERF.

* M.L. = Metros lineales.

* H.E. = Horas efectivas de trabajo.

RESUMEN DE RENDIMIENTO EN BARRENACION

Se hace mención de la utilización de dos compresores el primero de 580 p.c.m. de capacidad y el segundo de 600 p.c.m. de capacidad.

Compresor No. 1 = 4.81 ML/HR/PERF.

Compresor No. 2 = 5.13 ML/HR/PERF.

RENDIMIENTO DE EXCAVACION EN ZANJA EN MATERIAL COMUN

AREA DE LA ZANJA = 3.40 M2

Tabla III.3. Retroexcavadora No. 1 Caterpillar 235

FECHA	AVANCE LINEAL	H.E.	REND. ML/HR	M3/HR
15 feb 90	135	6	22.50	76.50
16 feb 90	150	6	25.00	85.00
19 feb 90	90	3	30.00	102.00
20 feb 90	320	9	35.50	121.00
21 feb 90	20	1	20.00	68.00
22 feb 90	50	2	25.00	85.00
23 feb 90	50	2	25.00	85.00
27 feb 90	90	3	30.00	102.00
28 feb 90	<u>300</u>	<u>9</u>	<u>33.33</u>	<u>113.00</u>
	1205	41	246.33	837.50

REND = $246.33 - 13 = 9 = 27.37$ Y $837.50 - 9 = 93.05$

Tabla III.4. Retroexcavadora No. 2 Caterpillar 235

FECHA	AVANCE LINEAL	H.E.	REND. ML/HR	M3/HR
11 feb 89	15	1	15.00	62.10
14 feb 89	100	7	14.29	59.14
20 feb 89	75	7	10.71	49.36
21 feb 89	45	5	9.00	37.26

FECHA	AVANCE LINEAL	H.E.	REND. ML/HR	M3/HR
23 feb 89	115	8	14.38	59.51
24 feb 89	110	7	15.71	65.06
25 feb 89	60	5	12.00	49.68
27 feb 89	80	8	10.00	41.40
28 feb 89	80	8	10.00	41.40
02 mar 90	120	12	10.00	41.40
03 mar 90	105	7	15.00	62.10
07 mar 90	90	8	11.25	46.58
09 mar 90	60	6	10.00	41.40
10 mar 90	30	4	7.50	31.05
11 mar 90	140	8	17.50	72.45
13 mar 90	100	7	14.29	59.14
14 mar 90	50	6	8.33	34.50
16 mar 90	220	8	27.50	113.80
20 mar 90	120	8	15.00	62.10
28 mar 90	160	8	20.00	82.80
29 mar 90	140	8	17.50	72.45
30 mar 90	140	9	15.55	64.40
31 mar 90	170	10	17.00	70.38
01 abr 89	90	6	15.00	62.10
03 abr 89	120	9	13.33	55.20
04 abr 89	120	8	15.00	62.10
06 abr 89	90	6	15.00	62.10
08 abr 89	<u>130</u>	<u>9</u>	<u>14.44</u>	<u>59.80</u>
	2875	203	390.32	1615.60

REND. = $390.32 - 28 = 13.94$ Y $1615.60 - 28 = 57.70$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tabla III.5. Retroexcavadora No. 4 Yumbo

FECHA	AVANCE LINEAL	H.E.	REND. ML/HR	M3/HR
07 feb 90	100	8	12.50	42.50
08 feb 90	50	5	10.00	34.00
09 feb 90	110	8	13.75	46.75
10 feb 90	60	6	10.00	34.00
12 feb 90	140	9	15.50	52.89
13 feb 90	72	6	12.00	40.80
14 feb 90	<u>60</u>	<u>6</u>	<u>10.00</u>	<u>34.00</u>
	592	48	83.72	248.97

REND. = $83.72-7 = 11.96$ Y $248.97-7 = 40.71$

RENDIMIENTO DE EXCAVACION DE ZANJA EN MATERIAL TIPO "C"

AREA DE LA ZANJA = 4.14 M2 (DE DOBLE LINEA)

Tabla III.6. Retroexcavadora No. 3 Caterpillar 235

FECHA	AVANCE LINEAL	H.E.	REND. ML/HR	M3/HR
15 feb 89	145	9	16.11	66.70
16 feb 89	30	6	5.00	20.70
17 feb 89	30	2	15.00	62.10
22 feb 89	100	8	12.15	51.75
01 abr 89	40	4	10.00	41.40
07 abr 89	60	5	12.00	49.68
26 abr 89	20	1.5	13.00	55.20
02 may 89	<u>.40</u>	<u>7</u>	<u>5.71</u>	<u>23.66</u>
	465	41.5	88.16	371.20

REND. = $88.16-8 = 11.02$ Y $371.20-8 = 46.40$

RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE EXCAVACION DE ZANJA

Durante la excavación el equipo que se uso constó de tres retroexcavadoras Caterpillar 235 y una Yumbo, dos de las Caterpillar y la Yumbo se usaron en la excavación de material común, y una 235 Caterpillar se uso para sacar los residuos de las detonaciones, es decir que trabajo con roca.

Tabla III.7.

MAQUINA	No.	RENDIMIENTO		OBS.
		ML/HR	M3/HR	
RETROEXC. CAT. 235	1	27.37	93.05	MAT. COMUN
RETROEXC. CAT. 235	2	11.96	40.71	MAT. COMUN
RETROEXC. YUMBO	4	13.94	57.70	MAT. COMUN
RETROEXC. CAT. 235	3	11.02	46.40	ROCA

El rendimiento de cada máquina depende de las condiciones mecánicas en que se encuentre, de las condiciones del lugar donde este trabajando; es decir si es de fácil acceso o no, y de la habilidad de cada operador, aunque es de suponer que se necesita mano de obra calificada para este trabajo.

NOTA: La sección correspondiente al tema de relleno no debería estar incluida dentro de este capítulo, ya que siguiendo un procedimiento constructivo esta debe ser la última actividad dentro de la construcción del acueducto, la causa por la cual se incluye aquí es debida a la extensión tratada de los temas de excavación y relleno, la cual es muy corta por lo cual los incluyo en un sólo capítulo.

IV. INSTALACION DE LA TUBERIA

IV.1. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Antes del inicio de la soldadura de producción, se estableció y calificó un procedimiento detallado para mostrar que las soldaduras ejecutables tuvieran propiedades mecánicas apropiadas, tales como esfuerzo, ductibilidad, dureza y sanidad.

Es importante mencionar que las pruebas mecánicas que se realizaron a tubos con soldadura están basadas en métodos de producción de soldadura del procedimiento API ESTANDAR-1104.

ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO

La especificación del procedimiento de soldadura presentado y aprobado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, después de determinarse por ensayos destructivos, incluye los siguientes puntos:

a) Para instalación de tubería en línea.

01) Proceso.

Para la actividad de soldeo se utilizó un arco eléctrico manual protegido (portaelectrodos).

02) Material de tubo.

De acuerdo al estudio piezométrico se emplearon cuatro grados, que cumplieran con la especificación para tubería en línea API SPEC 5L que son las siguientes X-42, X-52, X-56 y X-65, en donde el número indica la resistencia al límite.

03) Diámetro y espesor de la pared.

Tabla IV.1.

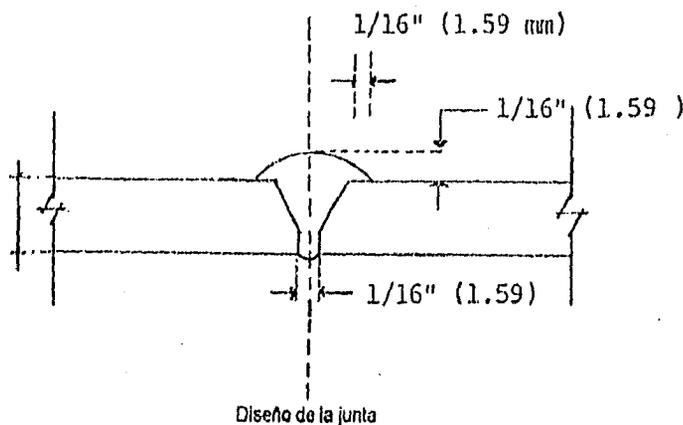
DIAMETRO	GRADO	ESPESOR	RESISTENCIA A LA:	
			FLUENCIA MIN.	TENSION MIN.
24"	X-65	VARIABLE	65,000 PSI	77,000 PSI
24"	X-52	VARIABLE	52,000 PSI	66,000 PSI
30"	X-42	7.92 mm	42,000 PSI	60,000 PSI
30"	X-56	7.92 mm	56,000 PSI	71,000 PSI
30"	X-56	9.73 mm	56,000 PSI	71,000 PSI
30"	X-56	6.35 mm	56,000 PSI	71,000 PSI
36"	X-42	7.92 mm	42,000 PSI	60,000 PSI
36"	X-56	8.74 mm	56,000 PSI	71,000 PSI

La tabla anterior muestra los diferentes diámetros y espesores utilizados durante la etapa de construcción, con una longitud promedio de 12 m. por tubo.

04) Diseño de la junta.

En la figura se muestra la forma de unión de la junta que es en "v" con 60° de abertura y tolerancias en la cara de la raíz y abertura de la misma y espacios entre miembros adyacentes.

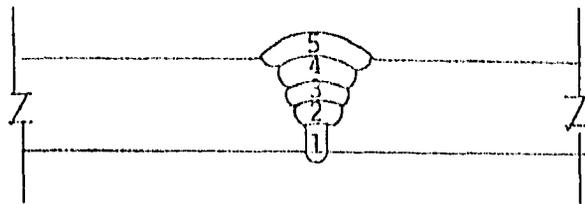
Figura IV.1.



05) Metal de aporte y número de cordones.

En este punto se definió la secuencia y el número de cordones incluyendo el material de aporte (electrodos).

Figura IV.2.



Secuencia de cordones

Tabla IV.2.

CORDON No.	NOMBRE	METAL DE APORTE	∅
1	Soldadura de fondo	6010	1/8"
2	Paso en caliente	7010	5/32"
3	Relleno	7010	3/16"
4	Relleno	7010	3/16"
5	Cordón de vista	7010	3/16"

06) Características eléctricas.

Se generó corriente directa y se utilizó una polaridad invertida, el rango de voltaje y amperaje fue de acuerdo al diámetro del electrodo:

Para:

1/8" ∅	120-180 amperios y	25-40 voltios
2/32" ∅	200-230 amperios y	24-40 voltios
3/16" ∅	180-200 amperios y	25-40 voltios.

07) Posición de soldeo.

En posición fija.

08) Dirección de soldadura.

En forma descendente.

09) Llapso de tiempo entre pasos.

Es el tiempo entre el acabado del segundo cordón con el inicio de los cordones posteriores para esta prueba fue de 10 a 15 minutos.

10) Tipo de abrazadera de alineación.

Se utilizó una abrazadera metálica (canastilla) para alinear por el exterior, se utilizaron de 24", 30" y 36" de diámetro.

11) Remoción de la abrazadera de alineación.

Se indicó que el retiro de la abrazadera de alineación fuera cuando se tenía un 60% de soldado en el paso de fondeo.

12) Limpieza.

La limpieza fue de tipo manual con carda, esmeril y arco eléctrico.

13) Velocidad de depósito.

Aquí se refiere al rango en pulgadas por minuto para cada paso, se propuso de 8 a 15 pulgadas por minuto.

14) Número de soldadores.

Se proponen cuatro soldadores calificados por junta.

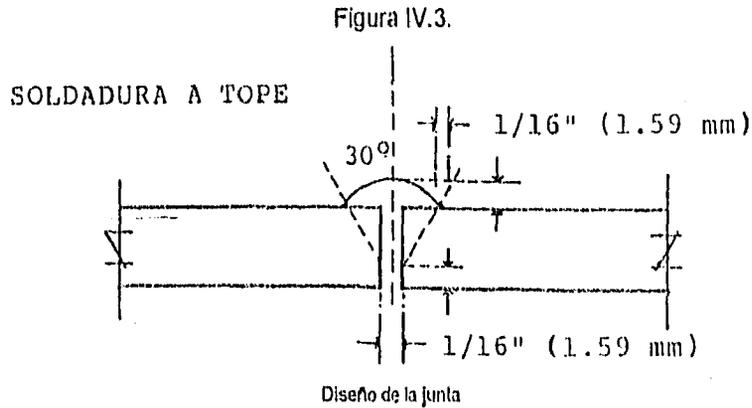
b) Para instalación de la tubería en piezas especiales.

01) Proceso de arco eléctrico manual.

02) Material, API 5L, X-42, X-52, X-56 Y X-65.

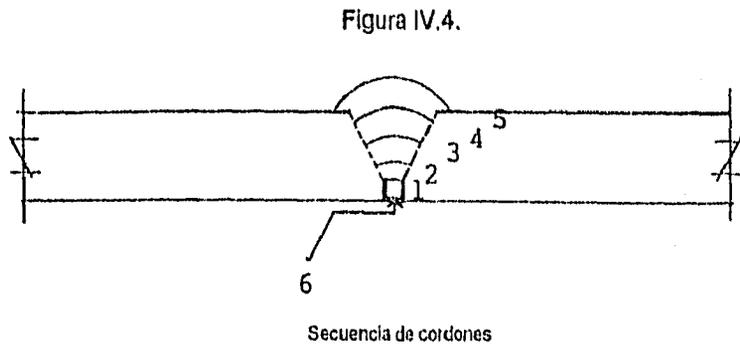
03) Diámetro y espesor de la pared, de 24", 30" y 36" con espesores de 1/4" a 3/8".

04) Diseño de la junta.



En la figura se muestra la posición de las caras a tope, con sus tolerancias en la cara y abertura de la raíz y espacios entre miembros adyacentes.

05) Metal de aporte y número de cordones, se utilizaron electrodos 6010, 7010 y fueron seis cordones el número seis denominado cordón interior o sello, con electrodo 6010 de 1/8" de diámetro.



06) Características eléctricas, corriente directa, con polaridad invertida.

07) Posición de soldeo, posición fija.

08) Dirección de soldadura, descendente.

09) Lapso de tiempo entre cordones 12 minutos.

10) Tipo de alineador manual.

11) Limpieza mecánica manual con carda, esmeril, arco eléctrico.

12) Velocidad de depósito, de 8 a 12 pulgadas por minuto.

13) Número de soldadores, dos soldadores calificados.

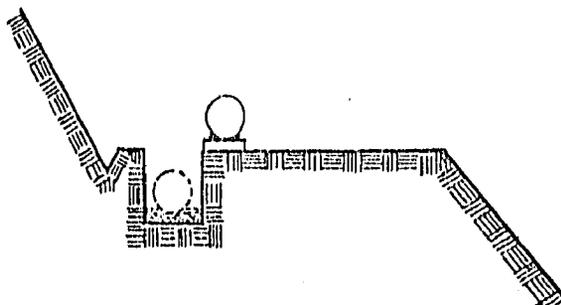
IV.2. BAJADO DE TUBERIA

Para el bajado de tubería se utilizó el mismo procedimiento y equipo en tubería de 24", 30" y 36" de diámetro.

El procedimiento consiste en colocar la tubería a un costado de la zanja previamente hecha, para minimizar maniobras con el equipo mecánico, esto no fue posible en todo el tramo, debido a que se presentaron variaciones en la amplitud de la zona de descarga que obligaron a descargar la tubería de la siguiente manera:

a) La forma convencional ya descrita de colocar la tubería al borde de la zanja como indica la figura.

Figura IV.5.



Descarga de tubería

b) Otra forma fue cuando se tenía un ancho de vialidad reducido lo que impedía colocar la tubería al borde de la zanja ya que obstruía la vialidad, para esto la tubería se tuvo que colocar en el interior de la zanja como se indica en la figura IV.5.

c) Otra forma fue bajar tubería en zonas amplias destinadas como taller para fabricación de piezas especiales donde no se interrumpía la vialidad.

d) Hubo la necesidad en algunos tramos inaccesibles para el trayler como tramos angostos cruces de ríos, derechos de vía fuera del camino de acceso, etc.,

en estos casos se descargo y se almaceno en zonas limpias, para posteriormente hacer un acarreo interno al lugar de la instalación, este acarreo en su mayoría fue en pendientes mayores al 20% por lo que se utilizaron los tractores pluma para dicho fin.

El equipo mecánico que se utiliza básicamente es una grúa P&H con capacidad de 20 toneladas, la posición ante el trayler fue generalmente en la parte trasera, se utilizaron cables de 15 metros divididos por la mitad, para formar en cada uno dos gasas en los extremos, uno de ellos se asegura en la parte de la pluma conocida como potesca y el otro extremo a una pieza prefabricada de acero con entrada al estrobo y la ranura para el tubo (figura IV.6.).

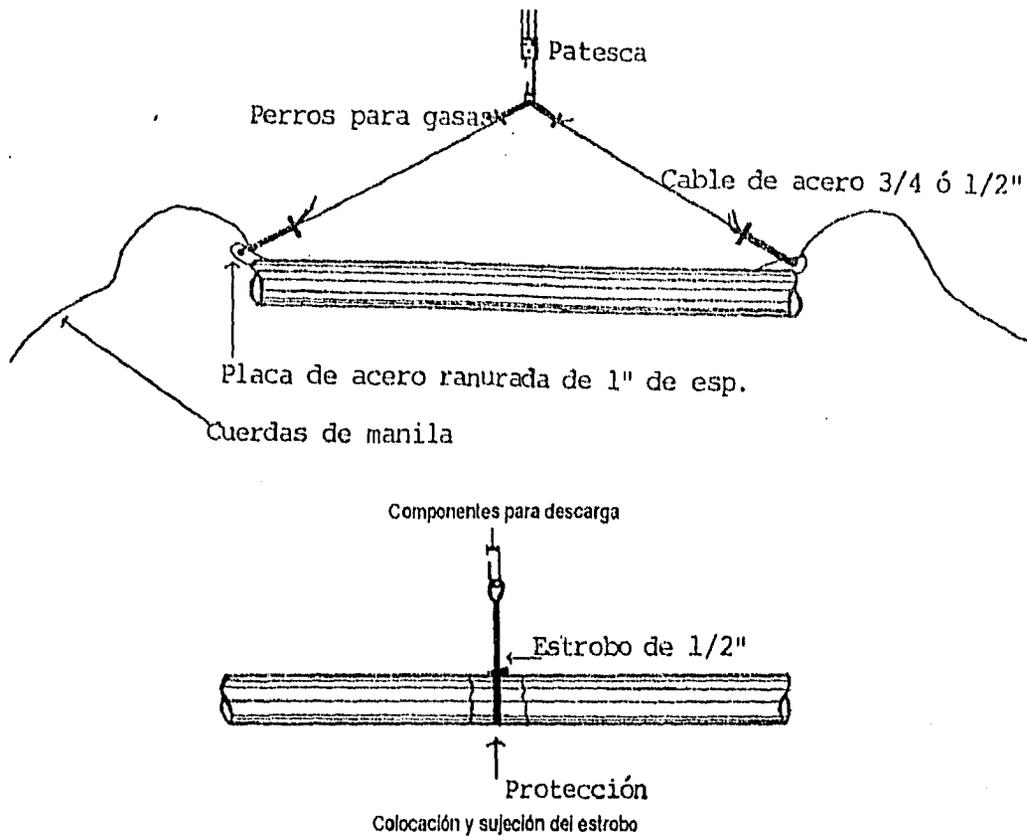
El personal que se ocupa es el operador de la grúa, dos peones para enganchar la tubería arriba del trayler y dos peones para equilibrar la tubería en el descanso y el acomodo. La tubería fue acomodada sobre sacos con arena para evitar el contacto con la superficie y deteriorar la protección mecánica principalmente.

El tiempo de descarga fue de aproximadamente 20 a 35 minutos dependiendo del número de tubos a descargar, del ancho disponible y del equipo utilizado.

Una variante de esta actividad fue cuando se incrementaron los frentes de soldadura y como consecuencia se incremento el acarreo de tubería, ya no era posible la descarga inmediata por dos razones, una la distancia entre frentes y dos la llegada coincidente, para no tardar la descarga se utilizó un cargador (traxcavo) al que se le adaptó una pluma con tubo de 6" de diámetro, apoyada en un diente intermedio y atirantada con cables de acero en los extremos superiores del bote del traxcavo. Otros medios mecánicos fueron los tractores pluma D-7 y las retroexcavadoras que se encontraban trabajando cerca de los tramos faltantes de tubería, con estos ultimos se usa un solo estrobo, levantando un extremo de

tubería y colocándolo en la parte central para equilibrarlo, para no dañar la protección mecánica y anticorrosiva se colocó una protección en la parte central de material plástico como se ve en la ilustración de la página 147.

Figura IV.6.



Una vez aprobado el procedimiento de soldadura, ligado con la llegada de tubería al tramo de instalación, se presentan a los soldadores, quienes fueron sometidos a una prueba de calificación, el propósito de dicha prueba es la de determinar la habilidad del soldador en la ejecución de una soldadura sana usando el procedimiento calificado antes presentado. La calificación y selección de la mano de obra calificada para este proceso, fue determinada por personal del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION DEL SOLDADOR

Antes de la prueba se permite al soldador un tiempo razonable para ajustar la junta y preparar el equipo de soldadura. La calificación se debe determinar por examinación visual, por pruebas destructivas y por radiografía, en este caso como la prueba se realiza en campo y con la tubería completa se omitió la prueba destructiva. En la examinación visual se determinó si la soldadura estaba libre de roturas o grietas, que hubiera falta de penetración, quemaduras y otros defectos, así como debe presentar una apariencia de limpieza y destreza en la ejecución.

Examinación por radiografía, se radiografía la soldadura de prueba, el soldador debe ser descalificado si cualquier soldadura de la prueba no cumple con el estándar de aceptabilidad. En caso de que los representantes de IMP, tengan la opinión de que el fracaso del soldador fue por condiciones inevitables o condiciones más allá de su control, se dará una segunda oportunidad al soldador.

Después de calificados los soldadores se determinaron los frentes de soldadura ya en condiciones seguras de producción. El personal y el equipo por frente de soldadura completo se formo de la siguiente manera:

Personal	Equipo
1 Sobrestante	1 Tractor pluma
6 Soldadores calificados	8 Plantas de soldar de 300 amp.
2 Tuberos	4 Pulidoras
6 Ayudantes de soldador	2 Equipos de corte completos
2 Ayudantes de tubero	3 Alineadores metálicos de 24", 30" y 36"Ø
2 Pasa corriente	1 Par de bandas con ganchos
3 Choferes	2 Camionetas estacas de 3 ton.
1 Velador	1 Camioneta pick-up
	1 Winch

FUNCIONES

Personal

Sobrestante.- Persona encargada del frente, que es auxiliada por el ingeniero responsable en las soluciones y proporciona todos los materiales necesarios como soldadura, oxígeno y acetileno, cardas, discos abrasivos, combustible, etc.

Soldadores.- Son las personas que han demostrado su habilidad para soldar, para soldaduras en línea se ocupan cuatro soldadores, dos por delante en los pasos de fondeo y paso caliente y los otros dos atrás en rollo y cordón de vista, los otros dos soldadores se ocupan en la fabricación de piezas especiales.

Tuberos.- Son las personas que tienen la capacidad de trazar sobre la tubería, así como la facilidad para cortarla para darle los grados requeridos. Uno de ellos se queda en el taller y el otro en la línea, auxiliando a alinear y realizando cortes franceses (degradaciones) principalmente en cierres de tubería.

Ayudantes de soldador.- Cada soldador tiene un ayudante que se encarga de las conexiones de los cables a las plantas, de proporcionar electrodos durante el soldeo y hacer limpieza entre cada paso de soldadura.

Ayudante de tubero.- Esta persona se encarga de ayudar en el trazo sobre la tubería, hacer la limpieza en las virolas con la pulidora y hacer los cambios de botellas (oxígeno y acetileno).

Pasa corriente.- Estas personas se encargan del mantenimiento de las plantas de soldar, como chequear el aceite, combustible, etc., y son los que aumentan o disminuyen el amperaje según las indicaciones del soldador, durante la operación de soldeo.

Choferes.- Personas destinadas a mover los vehículos hacia adelante o hacia atrás de acuerdo con las necesidades en la instalación de tubería.

Velador.- Persona encargada después del turno, que tiene la responsabilidad de cuidar y entregar al día siguiente el equipo en las condiciones estáticas del día anterior.

Equipo.

Tractor pluma.- Es la máquina que levanta y realiza movimientos de tubería para su instalación y bajado en zanja.

Plantas de soldar.- Se emplean cuatro plantas en línea, dos plantas en el taller para la fabricación de piezas especiales y dos postureras.

Pulidoras.- Este equipo se emplea para revisar y dar limpieza con discos abrasivos y cardas, estas trabajan con corriente directa y se conectan a las plantas de soldar.

Equipo de corte completo.- Este equipo se utiliza para el corte de la tubería, incluye una serie de boquillas, canastilla encendedor, porta boquillas, gafas, mangueras y limpia boquillas.

Alineadores metálicos.- Conocidas en campo como canastillas, fabricadas con acero y para tuberías de 24", 30" y 36" de diámetro; sirven para alinear la tubería exteriormente (ilustración en página 152).

Par de bandas con ganchos.- Esta banda se utiliza para no dañar la protección anticorrosiva y mecánica de la tubería, por un extremo se engancha a la patesca del tractor pluma y por otro se engancha a la misma banda.

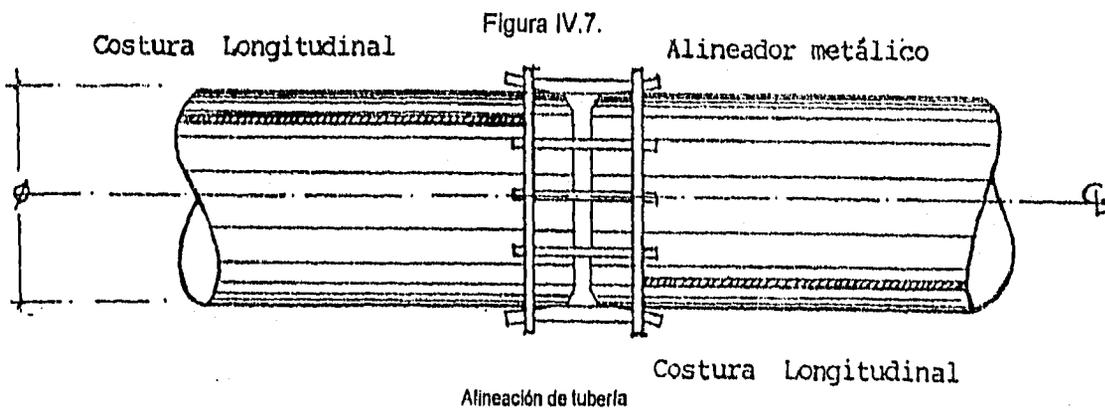
Camioneta estacas.- Estas se emplean para el transporte de las plantas de soldar.

Camioneta pick-up.- Se utiliza para proporcionar todos los materiales necesarios y como medio de transporte para los trabajadores.

Winch.- Este vehículo es muy importante para el acarreo de tubería, carretes y piezas especiales, estas últimas del taller al lugar de la instalación.

IV.3. PROCESO DE INSTALACION DE LA TUBERIA EN LINEA

El proceso fue el mismo para los tres diámetro de tubería a instalar; una vez aprobado el procedimiento y calificados los soldadores se procede a ejecutar una junta de producción, las superficies al ser soldadas deben estar lisas, uniformes, libres de laminaciones, rasgaduras, escamas, escoria, grasa, pintura y otros materiales dañinos los cuales afectan la soldadura, a pesar del bisel que traían, deben ser rebiseladas, con pulidora para retirar el óxido ó cortar y rebiselar, si así lo marcaban las especificaciones que señalo el IMP. Con lo que respecta al alineamiento, con tubería del mismo espesor de pared el descentrado no debía exceder de 1/16", en espesores de pared diferentes se repartía alrededor de toda la circunferencia, donde se tuvo problema para el alineamiento fue con cierta tubería que el distribuidor mando con los extremos ovalados y los biseles menores de 30° estos defectos fueron reportados y reparados en su totalidad por el distribuidor, pero al no tener un equipo muy eficiente, se tuvo que martillar el tubo para obtener un alineado regular y repartido. En el instante de alinear se procuro que las costuras longitudinales de la tubería no coincidieran en dos tuberías consecutivas, debiendo quedar en la parte superior con giros de 30° respecto al eje de la tubería en forma alternada. Para la alineación y preparación de una junta, se utilizaron alineadores metálicos conocidos en el campo como canastillas de 24", 30" y 36" de diámetro.



Si se prepara la junta fuera de la zanja se recomienda tener espacio libre entre tubo y superficie de no menos de 40 centímetros, cuando el tubo es soldado en la zanja, el hueco de campana debe ser lo suficientemente amplio para que el soldador tenga acceso amplio a la junta., Durante el proceso deben evitarse las condiciones atmosféricas adversas.

El tiempo de alineación y preparación de la junta cuyos biseles cumplen con el diseño del procedimiento, e instalado en línea normal en condiciones favorables es la siguiente:

Tabla IV.3.

DIAM. TUB.	T. DE ALINEACION	T.PROM. DE ALINEACION
24"	6-10 min.	8 min.
30"	*10-16 min.	13 min.
36"	*16-20 min.	18 min.

* Este tiempo se incremento hasta 15 minutos más en tuberías dañadas en las puntas debido a las irregularidades antes mencionadas, incluye maniobras y limpieza de bisel.

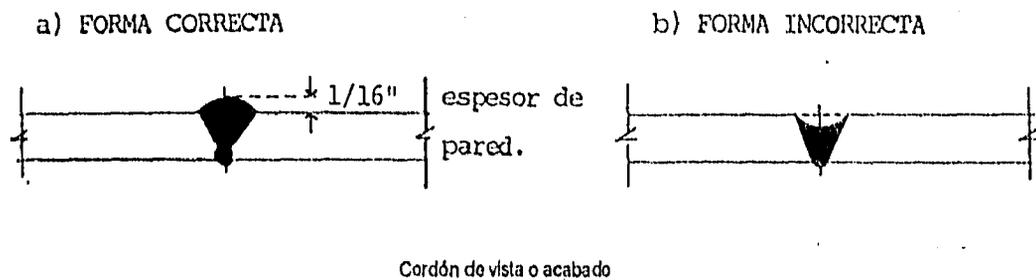
Fondeo.- Este paso lo realizan dos soldadores, uno en cada extremo con electrodos 6010 de 1/8" de diámetro, las partes del fondeo deben ser de segmentos aproximadamente iguales y diametralmente opuestos a la circunferencia de unión, deben completar un 60% de la circunferencia del tubo antes de retirar la "canastilla" y soldar al 100%.

Paso caliente.- Antes de iniciar con este paso se realiza una limpieza a la ranura con equipo eléctrico, una vez limpia se utilizan electrodos 7010 de 5/32" de diámetro, después de realizarlo este paso se calza la tubería para dar acceso amplio a otra pareja de soldadores que se encargan de los pasos de relleno y cordón de vista, la pareja anterior pasan junto con el tractor pluma a la maniobra y

preparación de la próxima junta, tal como se menciona anteriormente, para ejecutar los pasos de fondeo y paso caliente únicamente.

Relleno y cordón de vista.- Deben removerse las escamas y escorias entre cada cordón, el número de cordones debe ser tal que la soldadura tenga una sección transversal uniforme, procurando que ningún punto de la superficie de la corona este abajo de la superficie exterior del tubo, ni debe elevarse sobre el metal base más de 1/16" (1.59 mm.). Por lo que para los espesores mínimos sólo fue necesario un cordón de relleno y uno de vista únicamente en el caso de tubería de 6.35 mm. de espesor de pared.

Figura IV.8.



Cordón de vista o acabado

Tiempo aproximado de ejecución de una junta en instalación de tubería en línea normal.

Tabla IV.4.

PASO	DIAMETRO		
	24"	30"	36"
Fondeo	20-25 min.	25-30 min.	30-35 min.
Paso caliente	6- 8 min.	8-10 min.	10-12 min.
Relleno	16-20 min.	20-25 min.	25-30 min.
Cordón vista.	6- 8 min.	8-10 min.	10-12 min.
Tiempo prom/jta.	55 min.	68 min.	82 min.

En resumen el tiempo promedio total de ejecución de una junta en instalación de tubería en línea normal es igual al tiempo promedio de alineación más el tiempo promedio por junta, en números sería:

Para la tubería de 24" \varnothing : $8 + 55 = 63$ minutos.

Para la tubería de 30" \varnothing : $13 + 68 = 81$ minutos*.

Para la tubería de 36" \varnothing : $18 + 82 = 100$ minutos*.

* Se incrementa hasta 15 minutos por las razones ya explicadas.

Para tener una idea del número de electrodos que se consume por junta de los diferentes diámetros, se observaron tres juntas obteniéndose tres resultados, al sacar un promedio se obtuvo el número de electrodos para un perímetro de 30" de diámetro, con este dato podemos calcular proporcionalmente el consumo de electrodos para perímetros de tubería de 24" y 36" de diámetro (tablas IV.5., IV.6. y IV.7.).

Tabla IV.5. PRIMERA MUESTRA

SOLDADURA			
SECUENCIA	6010 (1/8")	7010 (3/16")	TOTAL ACUM.
Fondeo	12		12
Paso caliente		17	29
Relleno		19	48
Cordón de vista		13	61
SUB-TOTAL	12	49	61

Tabla IV.6. SEGUNDA MUESTRA

SOLDADURA			
SECUENCIA	6010 (1/8")	7010 (3/16")	TOTAL ACUM.
Fondeo	14		14
Paso caliente		15	29
Relleno		17	46
Cordón de vista		11	57
SUB-TOTAL	14	43	57

Tabla IV.7. TERCERA MUESTRA

SOLDADURA			
SECUENCIA	6010 (1/8")	7010 (3/16")	TOTAL ACUM.
Fondeo	13		13
Paso caliente		16	29
Relleno		20	49
Cordón de vista		13	62
SUB-TOTAL	13	49	62

Promedio de electrodos 6010 = 13 electrodos.

Promedio de electrodos 7010 = 47 electrodos.

Se calcula el perímetro para cada diámetro con la fórmula $P = \pi D$:

Para la tubería de 24" \varnothing ; $P=(3.1416)(0.6096) = 1.9151$ m.

Para la tubería de 30" \varnothing ; $P=(3.1416)(0.7620) = 2.3939$ m.

Para la tubería de 36" \varnothing ; $P=(3.1416)(0.9144) = 2.8727$ m.

Con estos datos se calcula el consumo de electrodos mediante una regla de tres:

Para tubería de 24" \varnothing :

6010 (13 elect.) - 2.3939 7010 (47 elect.) - 2.3939

x - 1.9151

x - 1.9151

x = 10.4 ~ 11 electrodos

x = 37.6 ~ 38 electrodos

Para tubería de 36" \varnothing :

6010 (13 elect.) - 2.3939 7010 (47 elect.) - 2.3939

x - 2.8727

x - 2.8727

x = 15.6 ~ 16 electrodos

x = 56.4 ~ 57 electrodos

En resumen la cantidad de electrodos aproximada por junta incluyendo desperdicio es la siguiente:

Tabla IV.8.

Diámetro	6010 (1/8")	7010 (3/16")
24"	11	38
30"	13	47
36"	16	57

IV.4. INSPECCION RADIOGRAFICA DE LA SOLDADURA

Después de haber hecho la soldadura, se procura lo más pronto posible radiografiar la junta para determinar los defectos, su tamaño y su tipo en caso de haberlos, para hacer las reparaciones correspondientes (ver ilustración de la página 152).

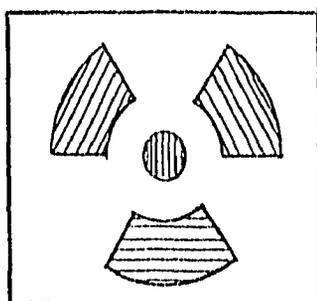
Para obtener la radiografía de una soldadura se requiere una fuente de rayos X con Iridio 192, placas de película radiográfica de 70 mm. de ancho por 432 mm. de largo y además debe conservarse la seguridad hasta el término de la inspección, a continuación se mencionan algunas referencias importantes.

- 1) Los contenedores de fuentes radioactivas deben contar con chapas para prevenir el uso por parte de personal no autorizado.
- 2) Los accesorios de exposición y los contenedores deben encontrarse físicamente seguros para prevenir su desmontaje o su remoción fuera de control.
- 3) Cada vez que se utilice una fuente radioactiva, y cada vez que se almacene después de emplearse, debe utilizarse el equipo detector de radiaciones para asegurar un almacenamiento adecuado.

4) Durante el trabajo radiográfico en el campo deberán colocarse avisos alrededor del área de radiación que prevengan al personal circundante de exposiciones innecesarias.

5) Los accesorios, contenedores y equipo de manipulación y transporte de materiales radioactivos deberán identificarse con el logotipo como se indica en la figura IV.9.

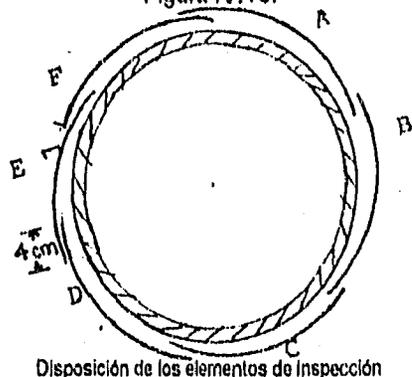
Figura IV.9.



Símbolo Universal de materiales radiactivos

El procedimiento de radiografiado es prácticamente el mismo para los diferentes diámetros usados, la variante fue la de abarcar el perímetro de circunferencia por medio de placas de película radiográfica. Para la tubería de 24" de diámetro se utilizaron cinco placas de película, denominadas con las primeras letras del alfabeto desde la "A" hasta la "E", para la tubería de 30" se utilizaron seis placas desde la "A" hasta la "F", y para la tubería de 36" de diámetro se utilizaron siete y ocho placas desde la "A" hasta la "G" y "H".

Figura IV.10.



En la inspección radiográfica en tramos largos, en donde no fue posible el acceso a su interior se tomaron radiografías pegando la fuente a la pared opuesta de la sección que se inspecciona, independientemente del diámetro, de esta forma los tiempos de exposición aumentan considerablemente debido a la pérdida de intensidad por absorción de la pared.

En tubería de fácil acceso, como las piezas especiales se coloca la fuente en el interior y al centro de la tubería donde tiene dirección radial a todas las secciones por radiografiar.

Para el primer caso el tiempo de exposición con la fuente en óptimas condiciones es de 8 minutos aproximadamente y con las fuentes de demasiado uso llego a tardar hasta 16 minutos por exposición, para el segundo caso es mucho más rápido pues solo se tarda 1 minuto con fuentes en buenas condiciones, estas duraciones son el tiempo de exposición a la radiación sin contar el tiempo de preparación de las placas, si se le da un tiempo menor al óptimo las placas obtenidas salen casi blancas y si se pasa de tiempo de exposición salen muy oscuras, por lo que antes de tomar radiografías se prueba la fuente y el tipo de película que se utilizara, esto para obtener una buena calidad en el revelado y claridad para la apreciación de los defectos existentes.

Durante el proceso deberá verificarse la calidad de la radiografía, para esto hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

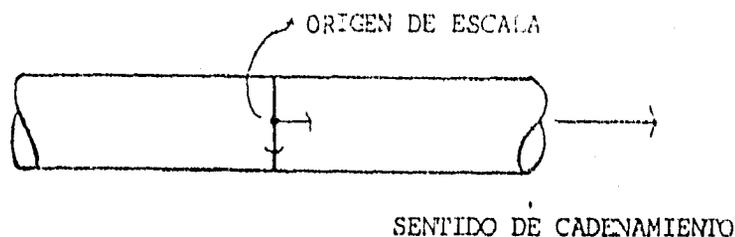
a) Cada película extraída debe contener un indicador de calidad cuya imagen necesariamente deberá ser visible.

b) Las radiografías deben estar identificadas con exactitud por medio de la imagen de números y letras de plomo que se colocan entre el chasis portapelícula y la junta bajo inspección. Deben contener los siguientes datos, razón social de la compañía contratante, número de contrato al nombre de la obra, ubicación aproximada con cadenamiento, fecha en que se realiza la

inspección, identificación del componente inspeccionado e identificación de la junta dentro del componente. Para esta última se le asignó un número a cada junta radiografiada, suponiendo que en un intervalo de mil metros entre dos estaciones continuas pudieran existir cien juntas, al llegar a la próxima estación cambiaba la numeración en forma progresiva ejemplo: si se inicia en el kilometro 16+000 la primer junta se llamaba la 1 y así sucesivamente, al aproximarse al kilometro 17+000 podemos llegar a la junta 86, una vez pasando el kilometro 17+000 la próxima junta se llamaba 101, pasando el kilometro 18+000 la junta se llamaba 201 y así sucesivamente.

Además, debe contener la imagen de los números de plomo de un cinturón graduado que se coloca sobre el perímetro de la circunferencia para localizar exactamente el lugar donde existe una discontinuidad, para lo cual es necesario marcar el punto de la unión donde la escala tiene su origen.

Figura IV.11.



Origen de escala sobre la parte superior del tubo

Es necesario verificar que las películas se encuentren libres de defectos causados por el manejo inadecuado o por un revelado deficiente. Las rasgaduras, manchas y porciones de película muy claras y oscuras pueden ocultar defectos y ser motivo de rechazo, por lo que hay que repartir dichas radiografías.

Todas las radiografías se entregaron a los supervisores del IMP con objeto de que éstos calificaran la calidad de cada una de las juntas soldadas. Ninguna junta se dio por aceptada mientras no lo dictaminó el inspector.

En caso de duda la compañía contratista tenía derecho a que se le mostraran las radiografías y a una explicación de las razones de rechazo. De hecho todas las radiografías presentaban defectos, sólo que existen límites de aceptabilidad para cada caso, en su mayoría fueron aceptadas y aquellas cuyos defectos sobrepasaban los límites de acuerdo con el estándar de aceptabilidad del API, fueron reparadas. Después de inspeccionadas las radiografías, el supervisor entrega a la compañía las copias del dictamen y éste se entrega a la unidad de radiografiado, en el caso de juntas rechazadas estas se marcaban, reparaban y posteriormente radiografiaban hasta su aceptación. En caso de un tercer rechazo; la junta debía ser cortada, rebiselada, soldada y radiografiada nuevamente hasta ser aceptada, durante toda la instalación no se presentó este problema.

DEFECTOS TÍPICOS EN EL PROCESO DE SOLDADURA

Las soldaduras por arco manual son bastante susceptibles de contener discontinuidades que son motivo de rechazo. Entre ellas se encuentran fracturas, porosidades, inclusiones de escoria, penetraciones incompletas, socavados, coronas excesivas, coronas bajas, quemaduras en el metal de base y falta de fusión.

Fracturas.- Las fracturas pueden ocurrir tanto en el depósito como en el material de base y su disposición puede ser transversal al cordón de soldadura o paralelo a éste.

Su origen generalmente se debe a diferencias metalúrgicas que ocurren como consecuencia de no seguir un procedimiento de soldadura adecuado, tales como falta de precalentamiento, temperatura entre pasos insuficiente, postcalentamiento deficiente o mala selección de los electrodos, secuencia de depositación incorrecta, rigidez excesiva de la unión durante el soldeo. Como

consecuencia de estas deficiencias se recomienda no dejar la juntas empezadas y terminarlas al día siguiente.

Porosidades.- Estas se forman al solidificarse el material depositado, cuando el metal se encuentra en estado líquido disuelve una cantidad superior a la que es capaz cuando se encuentra en estado sólido, si la velocidad de solidificación es lo suficientemente rápida, éstos gases quedan atrapados formando inclusiones generalmente esféricas aunque en muchos casos es posible que adopten una forma cilíndrica. En este caso por la geometría de los biseles en "V" cuando se solda bajo mano, las porosidades adoptan una distribución similar a los pétalos de una flor.

Inclusiones de escoria.- La escoria formada por los agentes desoxidantes y fundentes tienen un peso específico inferior al material líquido, por lo que tienden a flotar sobre éste. Su presencia en soldaduras terminadas puede tener dos orígenes: el primero se atribuye a las condiciones imperantes de la depositación, tales como velocidad alta en el soldeo, desplazamiento incorrecto del electrodo, etc. El segundo es promovido por falta de limpieza se debe tener la técnica y habilidad suficiente para hacer flotar la escoria de los primeros cordones depositados en un bisel (fondeo).

Penetración incompleta.- Este defecto se caracteriza por representar una falta de material de aporte en los bordes interiores del bisel. La preparación incorrecta de las piezas a soldar es la causa más frecuente de este defecto, aunque puede originarse por emplear amperajes bajos, electrodos de poca penetración y velocidad de desplazamiento elevada.

Socavadas.- Cuando el calor suministrado al efectuar la depositación es elevado (dígase amperaje alto o velocidad de desplazamiento baja) los bordes internos y/o externos de los biseles alcanzan a fundirse hasta distancias

relativamente grandes de depósito, formando de esa manera los defectos radiográficos conocidos bajo éste nombre.

Coronas excesivas y coronas bajas.- Al rellenar un bisel el material de aportación debe exceder el espesor del material base en 1/16" como máximo. Si el último cordón no alcanza a cubrir el espesor de la pared a soldar, la unión se considera defectuosa, tanto como si rebasa la tolerancia antes indicada. Es obvio que una corona excesiva no brinda mayor resistencia a la unión y de otra manera representa un gasto inútil de material.

Quemaduras en el metal de base y en la raíz.- Las "quemaduras" representan una socavación, generalmente de tipo circular y son provocadas por falta de cuidado del soldador. Al tratar de encender el arco sobre la placa, en esta es dejada una cavidad superficial que representa una porción de metal de base de espesor posiblemente inferior al mínimo especificado por el diseño, motivo por el cual requiere reparación. Las quemaduras en el fondeo se deben al empleo de un amperaje muy superior al que puede resistir el espesor del hombro de la raíz; pero generalmente no son causadas por mantener el amperaje alto, sino que se originan por no respetar dicho espesor en la penetración de los biseles.

Falta de fusión.- La falta de fusión es un defecto tan grave como las fracturas, representa una falta de continuidad, entre el material de base y el material depositado o entre los cordones subsecuentes. Su origen se atribuye a la aplicación de material en condiciones de baja temperatura, ya sea en el electrodo, es favorecida cuando el suministro de calor al arco es muy reducido, y puede traducirse como un amperaje bajo, una distancia electrodo-pieza bastante grande o una velocidad de deslizamiento superior a la requerida.

A continuación se presenta una serie de croquis en los que se muestran las discontinuidades antes mencionadas.

Figura IV.12.



Bisel en "U" sencilla
sin defectos



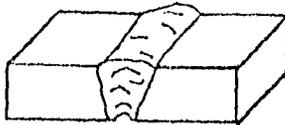
Placas desalineadas
(III-Low)



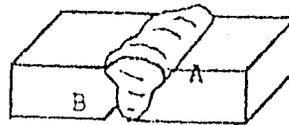
Falta de penetración
por desalineamiento



Falta de penetración

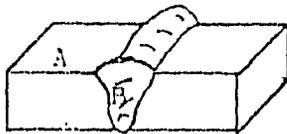


Primer cordón cóncavo



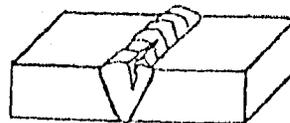
Socavado A.- Exterior

B - Interior



A.- Quemada

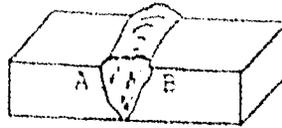
B.- Refuerzo excesivo



Fractura

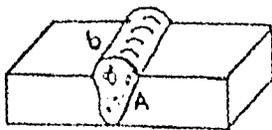


Falta de fusión



Porosidad A.- Esférica

B.- Cilíndrica



Inclusión de escoria

A.- De cualquier forma

b.- Alargada

La producción de radiografías por unidad radiográfica tomadas en línea normal por turno fue de ocho a diez radiografías y en piezas especiales radiografiadas en taller fue de diez a quince por turno.

Debido al atraso con respecto al programa, se incrementaron los frentes de soldadura y como consecuencia la producción de las juntas, para solucionar el problema de atraso se solicitaron más unidades radiográficas, que fueron acomodadas en cada uno de los frentes de soldadura a lo largo de todo el tramo. Como no se podía igualar la diferencia entre juntas radiografiadas y juntas por radiografiar se optó por trabajar sábados y domingos.

A la compañía le interesaba conocer los resultados para adelantar con el parchado interior y exterior, para poder tapar la tubería conforme se soldaba y radiografiaba, pero en algunos casos no fue así, se avanzaba y posteriormente se

informaban las reparaciones, lo que causaba atrasos ya que había que regresar a hacer las reparaciones correspondientes.

Por lo anterior se aconseja que después de la unión de cada junta se tome su radiografía y se den los resultados a más tardar a los dos días siguientes para poder tener una secuencia adecuada en la utilización de equipo.

Se llevo un control en instalación de tubería en campo que indica la secuencia hacia atrás o hacia adelante según el punto de partida, en este diagrama, se indica la instalación de tubo con tubo, tubo con carrete, tubo con codo o carrete con codo, indicando el número y longitud para cada caso, para las piezas especiales se indica la ubicación, la deflexión si es horizontal o vertical, su longitud y número de virolas, incluye también el número correspondiente a cada unión, ejemplo:

Figura IV.13.

KM. 17+350						KM. 17+363				
AC 45	1	AC 163	1	CA=27	1	CODO 57 H	1	AC 25	234	CODO 95 V
L = 12.10	230	L = 12.05	231	L = 3.20	232	A = 35° 40'	233	L = 11.80		A = 20' 10'
						L = 2.40				L = 1.40
						Y = 4				V = 3

Ejemplo del registro de campo

Este registro es importante ya que se lleva la secuencia de instalación y numeración de cada junta. También se lleva un registro de juntas con placas rechazadas que indican la fecha de reporte, número de junta, diámetro, ubicación, placa, tipo de defecto y columna de aprobación (ok).

IV.5. INSTALACION DE TUBERIA FUERA DE ZANJA

Como consecuencia de la irregularidad topográfica en la línea, el grado de dificultad de instalación aumenta conforme aumentan las pendientes que se presentan como tramos inaccesibles, cruces de ríos y arroyos, caminos, etc., por

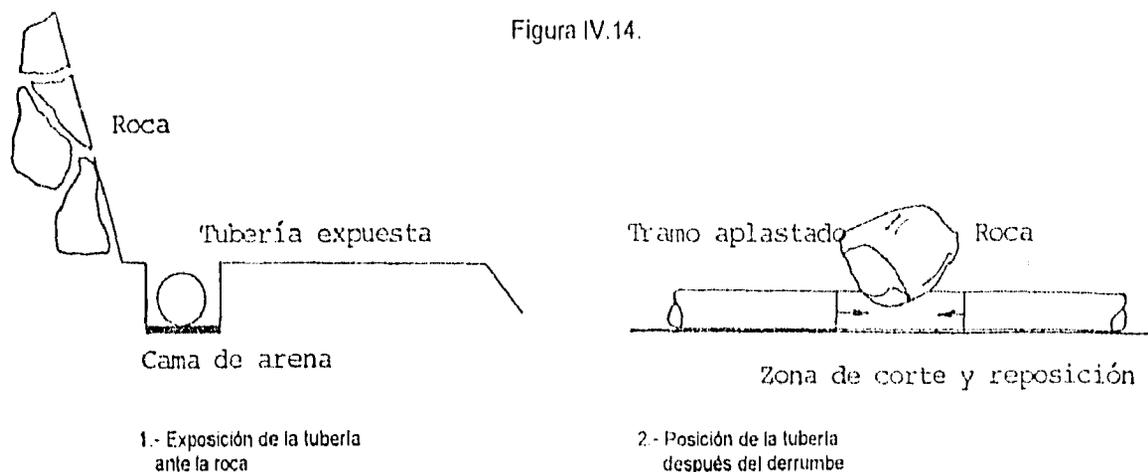
esta razón la tubería se tiene en zonas de fácil acceso para su almacenaje y acarreo al lugar de instalación posteriormente, estos trabajos fuera de zanja provocan la utilización de equipo adicional y producciones considerablemente bajas para cada caso que se presenta.

a) En zonas donde la zanja se encuentra pegada a taludes poco estables. Debido a la poca estabilidad de los taludes, principalmente lo fue en el tramo de kilometro 13+500 al kilometro 15+600 en su mayoría con material de roca caliza empacada en arcilla, hubo la necesidad de formar lingadas fuera de zanja para que el personal y equipo estuviera el tiempo mínimo necesario para la instalación, es decir, se formaban lingadas de dos o tres tubos y la exposición se reducía a una de dos o una de tres exposiciones en la instalación, incluso su radiografía se realizaba fuera y la exposición se reducía de igual forma. Afortunadamente nunca hubo accidentes lamentables.

Estos derrumbes eran ocasionados por las lluvias debido a que en su mayoría el material, como antes se menciona es roca caliza que al contacto con el agua se desliza, ocasionando una avalancha hacia la tubería, en tramos sin rellenar ocasionó aplastamiento de la tubería, para su reposición, fue marcada la zona de corte por supervisión del IMP, posteriormente fue levantada y calzada en ambos extremos dejando un espacio adecuado para maniobras de corte, biselado y reparación del carrete o carretes necesarios para el empate. Todo esto provoco retrasos en el avance y producción de juntas soldadas, debido a que cada reparación es prácticamente un cierre. Posteriormente se mencionara en que consiste un cierre.

Es recomendable una vez instalado, radiografiado y reparado mecánicamente, tapar de inmediato en zonas donde exista talud inestable, independientemente de que sea roca o no, pues otro tipo de material en caso de derrumbe lo que haría es expulsar la tubería fuera de la zanja.

Figura IV.14.



En cuanto al rendimiento fue variado, depende de la magnitud a reponer, si fue en línea recta o si fue en línea curva. En la línea recta una reparación de hasta 12 metros se realiza en dos turnos, por ejemplo: si la reposición es de 8.00 metros, por facilidad de instalación se corta un carrete de 7.50 metros y se solda de un extremo quedando para el cierre un carrete de 0.50 metros, por lo que podemos decir que una reparación de hasta 12 metros se utilizan dos turnos realizando tres juntas, incluyendo el corte extracción y biselado del tramo.

Para longitudes mayores se considera 1 turno por cada 10 metros en promedio, adicionales a las mismas consideraciones anteriores.

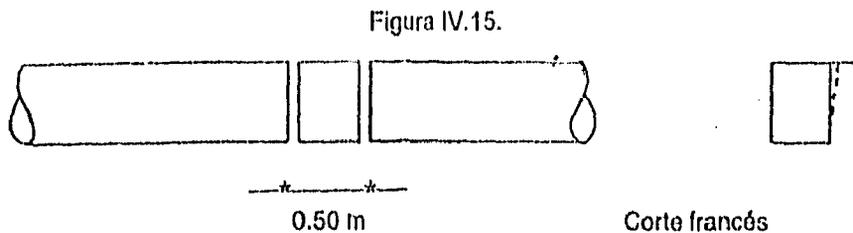
Para tramos en curva se incrementan dos turnos por fabricación de pieza especial. Para todos los casos se habla de turnos normales de 8 horas.

Tiempo necesario en reparaciones de tubería por derrumbe.

Tabla IV.9.

LONG. REPARADA	TRAMO RECTO	TRAMO RECTO CON CURVA
0-12 m.	2.0 turnos	4.0 turnos
12-20 m.	2.5 turnos	4.5 turnos
20-30 m.	3.0 turnos	5.0 turnos
30-40 m.	4.0 turnos	6.0 turnos
40-50 m.	5.0 turnos	7.0 turnos

Cierre de tubería se le conoce a la unión total entre dos tramos opuestos longitudinalmente por medio de un carrete de ajuste de longitud variable según se requiera, pero cuando hay oportunidad de elegir se recomienda dejar un espacio para el carrete de 0.50 metros, la ventaja de este carrete es la alineación relativamente rápida en comparación con dimensiones mayores pues se trabaja en un espacio pequeño para poder determinar las distancias a cuatro puntos y si existen variaciones se hace lo que llamamos un corte francés que consiste en hacer un corte definido en un extremo de la tubería para terminar en cero en el extremo opuesto.

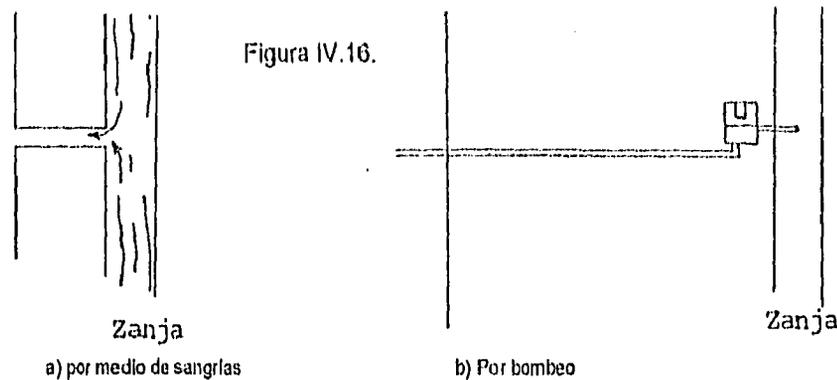


Una vez cortada la virola se procede a su alineación y soldado en un extremo procurando que el otro quedé en posición definitiva y fácil de alinear, esta última maniobra se hace con el tractor pluma levantando o bajando determinado extremo para que la abertura entre paredes sea aproximadamente de 1/8", se debe tener demasiado cuidado en esta junta, ya que en algunos casos no es posible rematar con sello interior para garantizar la soldadura; debido a la longitud considerable para entrar y llegar a dicha junta.

b) En zonas donde yace agua en el interior de la zanja. Después de haber realizado la zanja en algunos tramos se encontraron pequeñas corrientes subterráneas que empezaron a correr por la zanja para dar solución a este problema donde era accesible se hicieron sangrías para dar salida al agua, en otros se tuvo que achicar el agua con motobombas autocebantes de 2" y 2 1/2" de diámetro por esta razón se fabricaron lingadas de dos o tres tubos fuera de la

zanja para poder trabajar y estar en contacto con el agua el menor tiempo posible. Conjuntamente con el término de la lingada fuera de la zanja y el achique del agua sobre la misma se procede a la instalación, la motobomba autocebante no se detiene hasta no tener la junta al 100%, al día siguiente se achica nuevamente para que el radiólogo tome sus radiografías, en caso de placas de rechazo se tendrá que achicar nuevamente para su reparación y radiografiado.

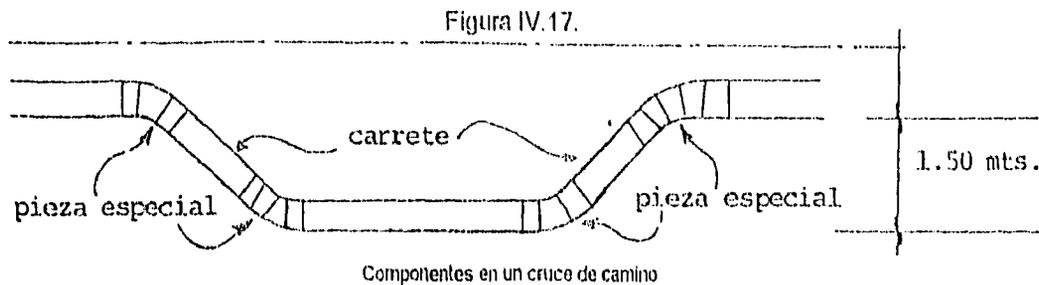
En estos casos nunca queda la zanja seca aún cuando se hacen sangrías o se achica pues el agua corre por toda la zanja hacia la sangría o hacia el cárcamo de bombeo, a los soldadores no les queda más remedio que hacerlo con la presencia del agua hasta terminar la junta al 100%, claro que al hacer lingadas de dos o tres tubos se reduce el tiempo de exposición al agua, de dos a una o de tres a una.



Formas para controlar el agua

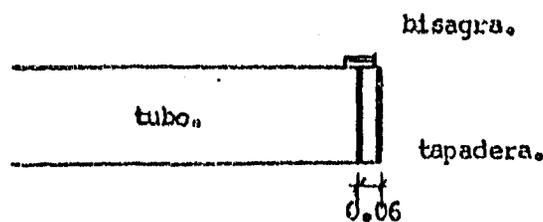
c) En zonas de pendiente fuerte en donde se dificulta la alineación. En algunos tramos se encontró con pendientes fuertes, digamos mayores de 12% en donde la alineación se dificulta por la posición del tractor y el vaivén de la tubería a instalar para estos casos se hicieron lingadas de dos o tres tubos en zonas accesibles para posteriormente trasladarlas a su lugar de instalación de esta forma al igual que en los casos anteriores se reduce el tiempo de exposición hasta un tercio.

d) En cruces de caminos. En tramos angostos donde la línea cruza el camino, se fabrica para no obstruir la vialidad toda la pieza del cruce, procurando dar un colchón de 1.50 metros en los extremos.



Una vez fabricada, radiografiada y pintada se procedió a bajar la pieza completa para ser tapada con material producto de excavación dejando los extremos libres para su continuación, una condición muy importante después de cada turno, es que se deben tapar la bocas terminales de la tubería mediante tapas, se recomienda una tapa metálica con material de tubería de 0.06 metros de espesor cubierta con lamina de 1/8" de espesor provista de una bisagra en un extremo. Esto con el fin de evitar la entrada de animales o materiales diversos acarreados por la corriente de agua cuando se encuentra bajo la zanja. El diseño de la tapa es con el fin de dar acceso a los pintores que por lo general trabajan en el turno de la noche, inicialmente se fabricaban tapas de lamina punteadas con la tubería pero estas eran arrancadas por los pintores al término de su trabajo.

Figura IV.18.

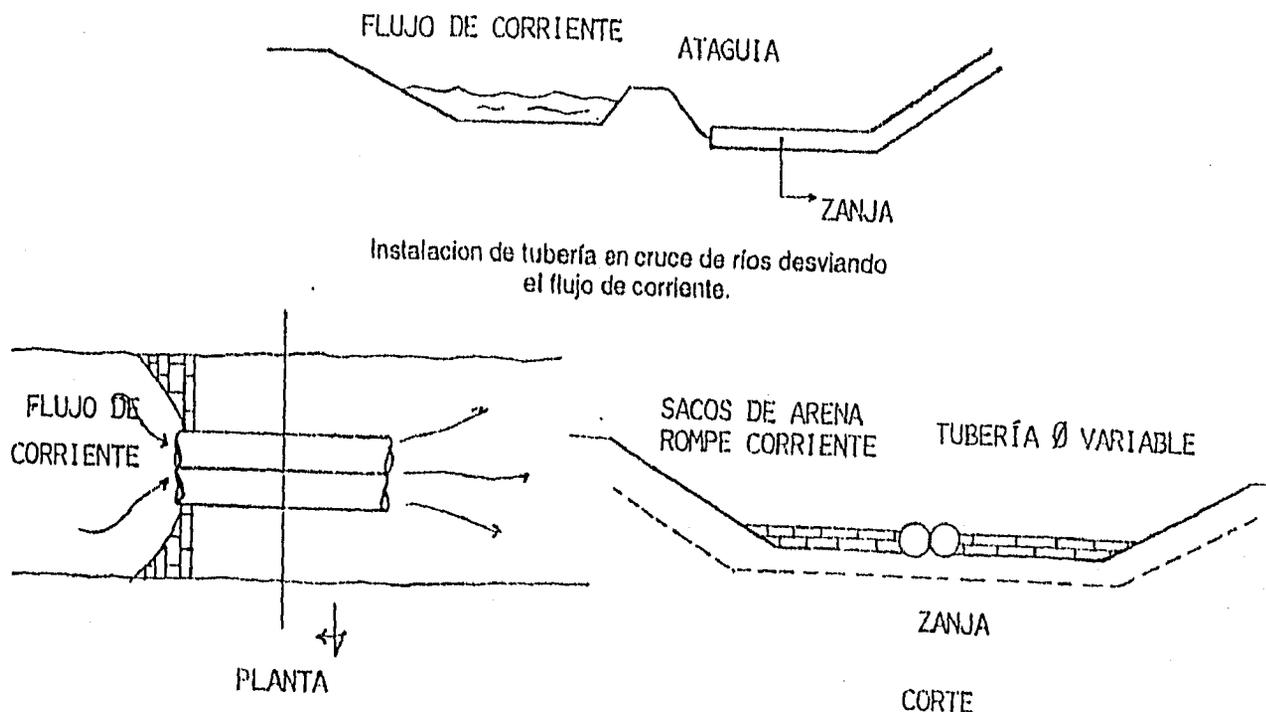


Instalación de tapadera

e) En cruces de ríos. De igual manera que los anteriores se fabrica toda la pieza fuera del lugar.

Una de las ventajas en la instalación de tubería en los cruces de ríos fue que se hizo en tiempos de estiaje, de acuerdo a la amplitud del río se trabajó de dos formas, una fue desviando el río hacia un lado formando una ataguía en el centro y trabajando en la parte seca, la otra encausando el río por medio de tubos de acero de la misma clase, una vez controlado el río se procedía a la excavación de la zanja procurando dejar un colchón de 3.00 metros. En estas excavaciones es imposible evitar las filtraciones, para controlar el agua se utilizaron motobombas autocebantes de 3", 4" y 6" de diámetro para el achique del agua, se achica por primera vez cuando se toman medidas de las piezas especiales y carretes que forman la pieza completa. Después de que la pieza es radiografiada y pintada se achica nuevamente para poder bajarla, debido a su longitud, a los accesos irregulares sobre el río y a los tubos por donde fluye la corriente, no es suficiente el tractor pluma para esta actividad por lo que es auxiliado por una retroexcavadora y/o una grúa.

Figura IV.19.



La dificultad que presentaban los cruces de ríos era principalmente el traslado de la pieza completa al lugar de instalación, una vez colocada el siguiente paso es alinear los extremos a soldar pues no es sencillo debido a la magnitud de la pieza, para esta actividad el tractor pluma es auxiliado como se menciona anteriormente. Una vez soldado por el exterior para asegurar la junta se mete a través de todo el sifón un soldador y un ayudante para colocar un sello interior.

Es importante que durante esta actividad se este achicando durante todo este proceso para evitar desalineamiento por tubería flotante. Después de realizada la junta, radiografiada y pintada, se recomienda llenar la tubería de agua para evitar que ésta flote cuando no se logra cerrar el extremo contrario.

En cuanto al rendimiento este es variable pues se pueden realizar hasta las dos juntas de cierre en un turno o a veces se realiza una y se continua al día siguiente, realizando las actividades de achique, alineamiento, soldado y radiografiado hasta que quedé la instalación al 100%. Todo esto debe hacerse con la corriente encausada a través de tubos y la pieza fabricada en el exterior.

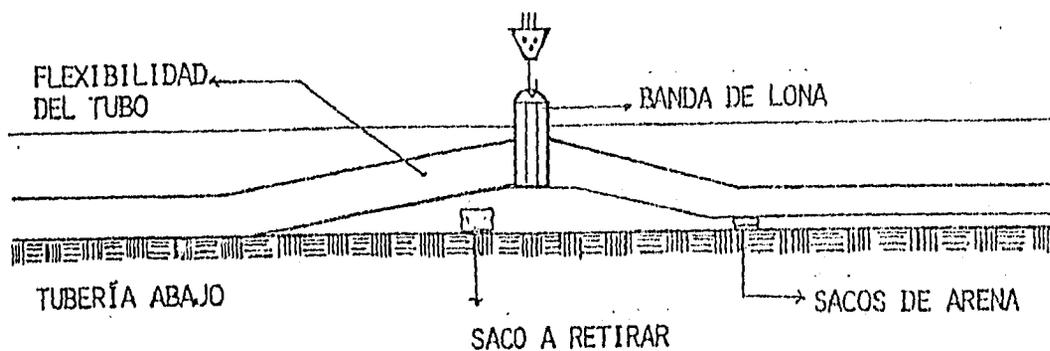
Cuando se desvía la corriente de un cause cuyo ancho es demasiado largo, lo cual impide fabricar una sola pieza el proceso se divide, es decir se desvía una porción del río y se ataca la parte seca, se recomienda tapar perfectamente la boca del tubo para evitar la entrada de materias extraña, una vez terminada la parte seca se rellena y se desvía nuevamente la corriente por medio de una ataguía en alguna de las márgenes del río para continuar con la instalación de la parte faltante siguiendo los pasos necesarios desde excavación, achique, etc., hasta su radiografiado y pintado, para posteriormente colar un contrapeso de concreto armado que debe ir a todo lo largo del cruce, como se muestra en la ilustración de la página 151.

BAJADO DE TUBERIA

Con lo que respecta al bajado de tubería, el procedimiento se aplica de igual manera en los diferentes diámetros utilizados.

Cuando la tubería se encuentra instalada en el interior de la zanja el bajado consiste en levantarla para poder retirar los sacos en los que se apoya, esta maniobra se hace a todo lo largo de la instalación, cambiando la posición del tractor a cada 20 metros aproximadamente, debido al comportamiento flexible de la tubería aparte de usar el tractor pluma se utiliza equipo cercano a la zona de bajado como retroexcavadoras, grúas y hasta tractores, con éstos últimos se utiliza la cuchilla del ripper y cables de acero (estrobos) de 3/4" o 7/8" de diámetro. El bajado debe hacerse con bandas de lona o material suave para no perjudicar el recubrimiento de la tubería o dañarla. Esta actividad se hace con el objeto de que la tubería se adapte por su flexibilidad elástica a la configuración del terreno y al momento del relleno se tenga el colchón adecuado y no se vea afectada por esfuerzos por flexión, además la plantilla en donde descansaba la tubería debía ser uniforme, cuando la plantilla de la zanja era de arcilla la línea descansaba en ésta, no así en la roca donde se debía proporcionar dicha plantilla.

Figura IV. 20.



Bajado de tubería

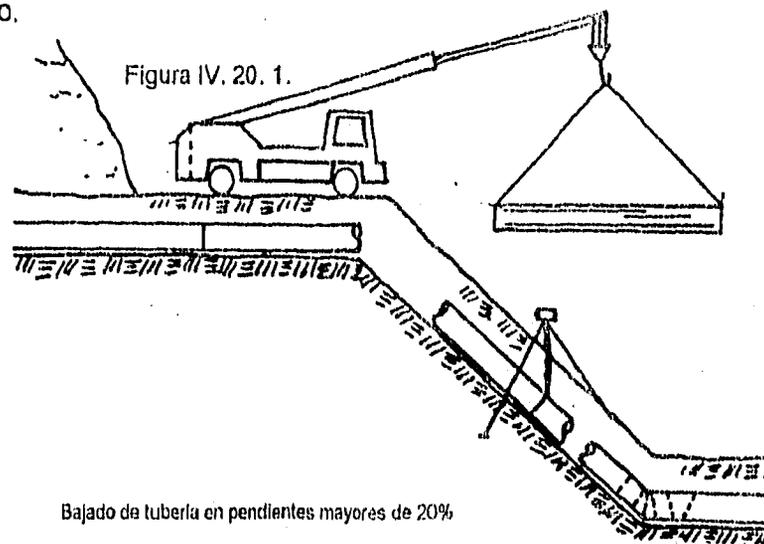
Cuando la instalación es fuera de zanja como los casos anteriormente mencionados el bajado consiste en trasladar las lingadas al lugar de instalación,

en lugares accesibles basta con el tractor pluma únicamente y en lugares inaccesibles, como ya se menciono se necesita la ayuda de equipo adicional.

IV.6. INSTALACION DE TUBERIA EN PENDIENTES MAYORES AL 20%

Esta actividad normalmente se hizo en cruces de ríos y arroyos. Para su instalación se efectuaron maniobras difíciles y por lo tanto tardadas, lo cual atrajo como consecuencia un atraso considerable en el programa. Como prácticamente no se tenía acceso con equipo mecánico para la ejecución de la soldadura, se estuvo lanzando tubería con la grúa o con el tractor alineador desde una parte accesible. Para poder alinear la tubería se hizo uso de tripies, malacates y canastilla, una vez que se terminaba el alineamiento se procedía a ejecutar la junta.

La instalación de tubería en cruces por comodidad debe iniciarse de arriba hacia abajo, de esta manera se logra que cada tubo instalado vaya sujetándose uno con otro.



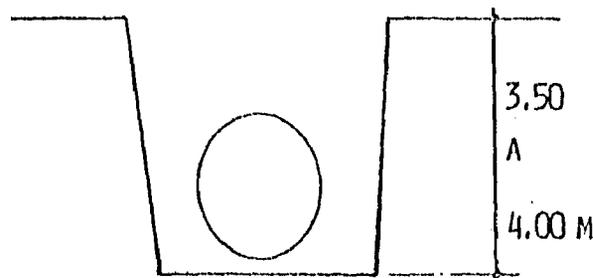
IV.7. INSTALACION DE TUBERIA EN CRUCES DE RIOS Y ARROYOS

La instalación en estos cruces también es complicada por la presencia de agua. El material que predominó en la excavación fueron los boleos, debido al tipo de material hubo necesidad de barrenar en algunos cruces, una vez que se

llego a la rasante del proyecto, se tomaron la rasantes y se procedió a fabricar la pieza especial (codo). Lo más recomendable para la instalación en cruces es armar la lingada fuera de la zanja por la siguientes razones:

- Se tiene mayor área de trabajo.
- Se tiene mayor seguridad.
- Se logran avances más rápidos.

Figura IV.20.



Profundidad para cruces de ríos y arroyos

Debido a la profundidad de excavación y a la presencia de agua el material se vuelve aún más inestable y es otra causa por la cual debe hacerse la instalación fuera de cepa.

Nota.- Siempre que se vaya a ejecutar un cruce de este tipo debemos tener bombas de achique desde el inicio de la excavación.

IV.8. FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES

Dentro de la fabricación de piezas especiales estaban incluidos codos, reducciones y bifurcaciones; para su fabricación la Secretaria de recursos hidráulicos proporciono los datos, normalmente estas piezas se fabrican con tramos de tubería entera y pedacería sobrante de la instalación. Para su fabricado el proceso es el siguiente:

- 1.- Trazar.
- 2.- Cortar.
- 3.- Armar.
- 4.- Soldar adecuadamente.

En la primera etapa se fabricaron los tres tipos de piezas especiales antes mencionadas; codos en dos de los tres diámetros 24" y 30", las reducciones de 30" a 24" y las ampliaciones de 24" a 30" de diámetro; así como las bifurcaciones de doble línea de 24" a una de 30" de diámetro y viceversa, de una de 30" a doble línea de 24" de diámetro (ilustraciones, páginas 149 y 150).

Los rangos de fabricación fueron los siguientes:

- 1.- 1° a 4° se dará por su propio peso.
- 2.- 4° a 15° se hizo doblado.
- 3.- 15° a 90° se fabricaron piezas especiales.

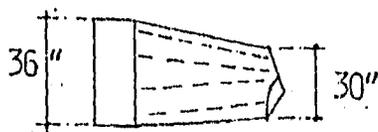
El doblado se hizo durante un tiempo; posteriormente fue sustituido por la fabricación de codos y ajustes en campo denominados de tipo francés, las especificaciones indican que el doblado puede hacerse máximo hasta 25°, debido a que la tubería que estaba muy corroída no soporto doblarse hasta este grado (ilustración, página 150).

Las ventajas que presenta la fabricación de piezas especiales sobre el doblado son las siguientes:

- 1.- Instalación más rápida.
- 2.- Evita lo renta de equipo y personal.

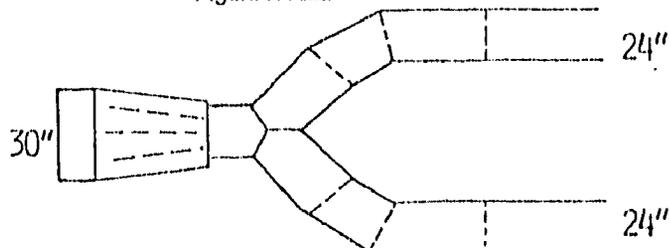
En cuanto a la segunda etapa sólo se fabricaron codos de 30" y 36" así como reducciones de 36" a 30" de diámetro, el rango de fabricación fue hasta de 4° a 50°. Esta decisión fue tomada por inspectores del IMP.

Figura IV. 22.



Fabricación de una reducción de 36" a 30" de diámetro.

Figura IV. 22.



Fabricación de una bifurcación de una línea de 30" a dos líneas de 24" de diámetro

Los recursos necesarios para fabricar piezas especiales por frente son los siguientes:

EQUIPO MECANICO	MANO DE OBRA
1 camioneta estacas de 3 ton.	1 tubero
2 plantas de soldar	2 soldadores
1 equipo completo de corte	2 choferes
1 biseladora	4 ayudantes
1 winch	

A continuación se presenta la forma de cálculo de las piezas especiales y una tabla con las longitudes de curva totales para cada deflexión presentada.

LONGITUD DE CURVA DE PIEZAS ESPECIALES

Fórmula general para el cálculo de L.C., de las fórmulas elementales de topografía.

$$\Delta = (G \div 20) LC \dots\dots\dots 1$$

$$LC = PT - PC \dots\dots\dots 2$$

$$PI = PC + ST \dots\dots\dots 3$$

$$ST = R \tan (\Delta \div 2) \dots\dots\dots 4$$

$$R = 1145.92 \div G \dots\dots\dots 5$$

Sustituyendo la Ec. 5 en la Ec. 1, y despejando LC; tenemos:

$$LC = 20\Delta R \div 1145.92$$

Para nuestro caso se considero.

$R = 2D$, para 6° a 10°

$R = 5D$, para 11° en adelante.

LC: longitud de curva.

Δ : Deflexión o ángulo (horizontal o vertical).

R: Radio de curvatura.

D: Diámetro de la curva.

Para cada una de las piezas fabricadas se les considera 12" más por lado además de la longitud de la curva. A continuación se presenta un esquema de la figura tipo de las piezas especiales así como la tabla indicando longitudes totales y longitudes de curva para cada diámetro y deflexión utilizado.

Figura IV.24.

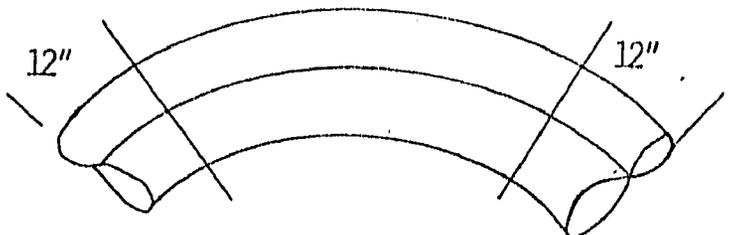


Figura tipo especial

Las medidas que a continuación se indican son al eje de la tubería.

Tabla IV.10.

No. DE VIROLAS	LONGITUD DE CURVA (MTS)			LONGITUD TOTAL (MTS)		
	24"	30"	36"	24"	30"	36"
3	0.585	0.731	0.878	1.195	1.341	1.487
3	0.638	0.798	0.958	1.248	1.408	1.567
3	0.692	0.864	1.037	1.301	1.474	1.647
3	0.745	0.931	1.117	1.354	1.541	1.727
3	0.798	0.997	1.197	1.408	1.607	1.807
3	0.851	1.064	1.227	1.461	1.674	1.886
3	0.904	1.130	1.357	1.514	1.740	1.966

No. DE VIOLAS	LONGITUD DE CURVA (MTS)			LONGITUD TOTAL (MTS)		
	24"	30"	36"	24"	30"	36"
3	0.958	1.197	1.436	1.567	1.807	2.046
3	1.011	1.263	1.516	1.620	1.873	2.126
3	1.064	1.330	1.596	1.674	1.904	2.206
4	1.117	1.396	1.676	1.727	2.006	2.285
4	1.170	1.463	1.765	1.780	2.073	2.365
4	1.224	1.529	1.835	1.833	2.139	2.445
4	1.277	1.596	1.915	1.886	2.206	2.525
4	1.330	1.662	1.995	1.940	2.272	2.605
4	1.383	1.729	2.075	1.995	2.339	2.684
4	1.436	1.795	2.154	2.046	2.405	2.764
4	1.490	1.862	2.234	2.099	2.472	2.844
4	1.543	1.928	2.314	2.152	2.538	2.924
4	1.596	1.995	2.394	2.206	2.605	3.003
5	1.649	2.061	2.474	2.259	2.671	3.083
5	1.702	2.128	2.553	2.312	2.737	3.163
5	1.756	2.194	2.633	2.365	2.804	3.243
5	1.809	2.261	2.713	2.418	2.870	3.323
5	1.862	2.327	2.793	2.472	2.937	3.402
5	1.915	2.394	2.837	2.525	3.003	3.482
5	1.968	2.460	2.952	2.578	3.070	3.562
5	2.022	2.572	3.032	2.631	3.136	3.642
5	2.075	2.593	3.112	2.684	3.203	3.722
5	2.128	2.660	3.192	2.737	3.269	3.801
7	2.181	2.726	3.272	2.791	3.336	3.881
7	2.234	2.793	3.351	2.844	3.402	3.961
7	2.287	2.859	3.431	2.897	3.469	4.041
7	2.341	2.926	3.511	2.950	3.602	4.121
7	2.394	2.992	3.591	3.000	3.602	4.200
7	2.447	3.059	3.671	3.057	3.668	4.280
7	2.500	3.125	3.750	3.110	3.735	4.360
7	2.553	3.192	3.830	3.163	3.801	4.440
7	2.607	3.258	3.910	3.216	3.866	4.520

No. DE VIROLAS	LONGITUD DE CURVA (MTS)			LONGITUD TOTAL (MTS)		
	24"	30"	36"	24"	30"	36"
7	2.660	3.325	3.990	3.269	3.934	4.599
7	2.713	3.391	4.070	3.323	4.001	4.679
7	2.755	3.458	4.149	3.376	4.067	4.759
7	2.819	3.524	4.229	3.429	4.134	4.839
7	2.873	3.591	4.309	3.482	4.200	4.919
7	2.926	3.657	4.389	3.535	4.266	4.998
7	2.979	3.724	4.469	3.589	4.333	5.078
7	3.032	3.790	4.480	3.642	4.400	5.158
7	3.085	3.857	4.628	3.695	4.466	5.238
7	3.139	3.923	4.708	3.748	4.533	5.318
7	3.192	3.990	4.788	3.801	4.600	5.397
9	3.245	4.056	4.868	3.855	4.666	5.477
9	3.298	4.123	4.947	3.908	4.732	5.557
9	3.351	4.189	5.027	3.961	4.799	5.637
9	3.405	4.256	5.107	4.014	4.865	5.717
9	3.458	4.322	5.187	4.067	4.932	5.796
9	3.511	4.389	5.267	4.121	4.998	5.876
9	3.564	4.455	5.346	4.174	5.065	5.956
9	3.617	4.522	5.426	4.227	5.131	6.036
9	3.671	4.588	5.506	4.280	5.198	6.116
9	3.724	4.655	5.586	4.333	5.264	6.195
9	3.777	4.721	5.666	4.387	5.387	6.275
9	3.830	4.788	5.745	4.440	5.397	6.355
9	3.883	4.854	5.825	4.493	5.464	6.435
9	3.937	4.921	5.905	4.546	5.530	6.515
9	3.990	4.987	5.985	4.599	5.597	6.673
9	4.043	5.054	6.065	4.656	5.663	6.673
9	4.096	5.120	6.144	4.706	5.730	6.754
9	4.149	5.187	6.224	4.759	5.796	6.834
9	4.203	5.253	6.304	4.812	5.863	6.913
9	4.256	5.320	6.384	4.865	5.929	6.993

En la instalación de piezas especiales se instalaron codos que van desde los 15° hasta 90° para tubería de 24" y de 30" de diámetro, así como reducciones de 30" a 24" y ampliaciones de 24" a 30", también la instalación de bifurcaciones o pantalones que se instalaron en cada cambio de doble línea de 24" a una de 30" y viceversa. El rango de 15° hasta 90° sólo fue utilizado en la primera etapa ya que el rango de 1° a 15° se había programado como doblado y sólo se ejecuto una temporada, posteriormente el doblado se sustituyo por piezas especiales debido al avance lento que representaba el doblado para la instalación.

En la segunda etapa el rango fue cambiado, sólo se podían fabricar e instalar codos de 4° a 5°; esta decisión se tomo debido a la topografía irregular de la línea, y traía como consecuencia el choque constante del agua con la pared del tubo y que en cierto momento podía existir una falla en algún codo mayor de 50°.

PROBLEMAS DE BISEL

Cuando se presentaron problemas de bisel en la tubería el avance de la instalación se vio interrumpido por esta falla y se procedió a uniformizar los biseles con equipo mecánico (discos abrasivos), cuando el avance de la instalación era mayor al del biselado y se colocaban tubos sin reparar, se tenia como consecuencia atraso en la soldadura debido a la reparación interior de la junta. La reparación fue variable de 2" hasta 40" de longitud y el tiempo para poder ejecutarla variaba de 10 a 25 minutos dependiendo de la longitud de reparación.

Cuando se incrementaron los frentes de biselado el avance de instalación de tubería fue normalizado.

Los recursos para uniformizar biseles fue el siguiente:

EQUIPO MECANICO	MANO DE OBRA
1 Camioneta estacas	2 Biseladores
2 Plantas de soldar	3 Ayudantes
2 Pulidoras	1 Chófer
2 Caretas	
Discos abrasivos, cardas y guantes.	

IV.9. RENDIMIENTOS DE LA INSTALACION

De acuerdo a los datos obtenidos en campo, con el equipo mecánico y humano antes mencionado, en condiciones normales se llevo a los siguientes resultados:

Tabla IV.11. Instalación de tubería de 30" de diámetro.

FECHA	JUNTAS EJECUTADAS	
	PARCIAL	ACUMULADO
19 feb 90	2	2
20 feb 90	7	9
21 feb 90	7	16
22 feb 90	8	24
23 feb 90	3	27
26 feb 90	6	33
27 feb 90	9	42
01 mar 90	2	44
02 mar 90	1	45
05 mar 90	2	47
06 mar 90	4	51
12 mar 90	6	57

FECHA	JUNTAS EJECUTADAS	
	PARCIAL	ACUMULADO
13 mar 90	6	63
14 mar 90	9	72
15 mar 90	8	80
16 mar 90	7	87

REND. = 87 JUNTAS – 16 TURNOS = 5.40 JUNTAS/TURNO.

Tabla IV.12. Instalación de tubería de 30" de diámetro

SEMANA	No. JUNTAS	TURNOS	RENDIMIENTO
14-20 jun 90	16	3	5.33
21-27 jun 90	22	4	5.50
28-04 jul 90	17	3	5.66
02-08 ago 90	18	3	6.00
09-15 ago 90	11	2	5.50
16-22 ago 90	20	3	6.66
23-25 ago 90	14	2	7.00
30-05 sep 90	18	3	6.00
27-03 oct 90	25	4	6.25
04-10 oct 90	12	2	6.00
11-17 oct 90	13	2	6.50
18-24 oct 90	31	5	6.20
25-31 oct 90	43	5	8.60

REND. = 81.20 – 13 = 6.25 JUNTAS/TURNO.

Tabla IV.13. Instalación de tubería de 24" de diámetro

SEMANA	No. JUNTAS	TURNOS	RENDIMIENTO
02-09 oct 90	63	10	6.30
23-30 oct 90	55	10	5.50
30-06 jun 90	60	10	6.00
07-13 jun 90	100	15	6.67
21-27 jun 90	39	5	7.80
28-04 jul 90	65	10	6.50
05-11 jul 90	91	15	6.07
12-18 jul 90	100	14	7.14
19-25 jul 90	124	15	8.27
26-01 ago 90	91	14	6.50
01-08 ago 90	63	10	6.30
09-15 ago 90	88	15	5.86
16-22 ago 90	86	15	5.73

REND. = $84.66 \div 13 = 6.51$ JUNTAS/TURNO.

NOTA: El número de juntas así como el número de turnos fueron tomados de la forma más regular posible en varias semanas de actividades.

Tabla IV.14.

RESUMEN DE RENDIMIENTOS EN INSTALACION DE TUBERIA

DIAMETRO	RENDIMIENTO	OBSERVACIONES
36"	5.40 juntas/turno	Condiciones normales
30"	6.25 juntas/turno	Condiciones normales
24"	5.41 juntas/turno	Condiciones normales

V. COMENTARIOS FINALES

Dentro del proyecto de la obra de captación entran datos de diseño que debemos contemplar uno de ellos es el consumo de proyecto, que es tanto, como la demanda de agua, éste consumo se ve afectado por varios factores como lo son: la cantidad de agua disponible, el tamaño de la población, las características de la población, el clima, el nivel económico, la existencia de alcantarillado, la clase del abastecimiento, la calidad del agua, la presión de la red, el control de consumo, el costo del agua y el estado físico de la red.

Según su uso puede clasificarse en cuatro grupos: de uso doméstico, de uso público, de uso comercial y de uso industrial.

Del estudio de consumo se tiene lo siguiente:

1.- La población total es importante para la extracción total y no lo es para la indicación percapita.

2.- La dotación media diaria es de 220 lts/hab/día.

3.- La distribución para los cuatro usos es:

- 81.9% para uso doméstico.
- 10.0% para uso público.
- 5.5% para uso comercial.
- 2.6% para uso industrial.

Las variaciones en el consumo pueden ser mensuales, diarias y horarias. Los factores que afectan esta variación son climatológicos, costumbres y actividades. La variación diaria se expresa como un coeficiente del gasto medio anual y depende de la temperatura y la distribución de la lluvias.

Se emplean los siguientes valores:

Clima uniforme; $C_d = 1.20$

Clima variable (no extremo); $C_d = 1.35$

Clima no extremoso y seco; Cd = 1.50

Clima muy extremoso (regiones desérticas); CD = 1.75

Las variaciones horarias se absorben con un coeficiente de variación cuyo valor fluctúa entre 1.3 y 1.8. Generalmente se usa un Ch = 1.5.

Los gastos básicos se calculan de la siguiente forma:

$$Q_{ma} = 365 \cdot D \cdot H / 1000, \text{ en M}^3/\text{seg.}$$

$$Q_{md} = D \cdot H / 86400, \text{ en lts/seg.}$$

$$Q_{Md} = Q_{md} \cdot C_d, \text{ en lts/seg.}$$

$$Q_{Mh} = Q_{md} \cdot C_h, \text{ en lts/seg.}$$

$$Q_{MM} = Q_{md} \cdot C_d \cdot C_h, \text{ en lts/seg.}$$

donde:

Q_{ma} = Gasto medio anual.

Q_{md} = Gasto medio diario.

Q_{Md} = Gasto máximo diario.

Q_{Mh} = Gasto máximo horario.

Q_{MM} = Gasto del día máximo de consumo o gasto máximo maximorum.

D = Dotación en lts/hab/día.

H = Número de habitantes.

La dotación se valora en función de el clima, el número de habitantes y sus aplicaciones. El proyectista aplicara su criterio para establecer el valor de la dotación basándose en sus conocimientos de la región los factores que afectan el consumo y particularidades del proyecto, por lo general la dotación asignada a una localidad para fines de calculo, comprende los cuatro usos y se expresa en litros por habitante al día (lts/hab/día). La dotación contemplada para este proyecto estaba dada entre 300 y 350 lts/hab/día.

A continuación se hablara un poco de lo que seria la oferta de agua, ya que anteriormente vimos lo que fue la demanda. La oferta de agua se determina

por medio de un estudio hidrológico, el cual contempla un balance llamado hidrológico, para cualquier sistema el balance hidrológico puede desarrollarse tomando en cuenta los componentes hidrológicos (precipitación, evaporación, etc.) para ilustrarlo imaginemos el sistema hidrológico más simple.

Considérese un plano inclinado impermeable confinado por sus lados con una salida en alguna esquina, puesto que la superficie es perfectamente plana no hay depresiones en las cuales el agua pueda estancarse. Si una tormenta de lluvia como entrada es aplicada, una salida o descarga se designa como escurrimiento superficial. El balance hidrológico para este sistema puede representarse como, la sumatoria de las entradas, menos la sumatoria de las salidas será igual a una diferencia, que será el volumen almacenado.

Las entradas como las salidas tienen distintas variables que se pueden englobar en términos como los siguientes: precipitación (P), evaporación (E), transpiración (T), escurrimiento superficial (R), infiltración (I), escurrimiento subterráneo (G) y el almacenamiento (S), así, la ecuación de balance hidrológico quedaría:

$$P-R-E-T-I-G = S$$

Para diseñar las tuberías se deberán contar con todos los datos referentes al aspecto hidráulico, como son las fuerzas producidas por el líquido en movimiento; las pérdidas de carga, por fricción y locales; diámetro económico y espesor mínimo; presiones negativas máximas; etc.

En general se admite el método elástico para analizar las estructuras; sin embargo, cuando la naturaleza el problema lo requiera se podrá admitir el comportamiento inelástico de los materiales, siempre que la ocurrencia de dicho comportamiento no implique daños inaceptables en las tuberías.

Las uniones soldadas, según su categoría, deberán cumplir con los siguientes requisitos :

Las de categoría A que se localizan longitudinalmente y que se utilizan para unir tubos rectos o en transiciones y en uniones circunferenciales. Las uniones deben ser de tipo 1 a tope.

Las de categoría B, tienen localización circunferencial dentro del tubo. Las uniones serán de tipo 1 o 2 a tope.

Las de categoría C, son uniones soldadas que conectan patines, tubos (secundarios) o tapas planas a la tubería principal. Las uniones serán de tipo 1 a tope o penetración completa en esquina.

Las de categoría D, son uniones soldadas para conectar cámaras de comunicación a tuberías principales a transiciones o tapas. Las uniones pueden ser de tipo 1 a tope o bien en filete.

Tipo 1 a tope.- Unión formada con doble soldadura, interior y exterior.

Tipo 2 a tope.- Son aquellas formadas por soldadura simple debido a ser inaccesible la soldadura interior.

En la inspección y el examen radiográfico de las uniones soldadas se deberá verificar que todos los materiales empleados cumplan con los requisitos establecidos .

Las precauciones que deben tomarse en el proceso de soldadura pueden resumirse así:

Elegir el metal base perfectamente soldable.

Emplear buenos electrodos.

Emplear sólo buenos soldadores.

Controlar la calidad del proceso por medio de radiografías.

Durante la etapa de planeación de la obra es importante el conocimiento del equipo a emplear. Tal conocimiento es útil para:

1. El ingeniero que se inicia en los trabajos relacionados con la construcción, como pruebas de campo, inspección, supervisión u operación.

2. La persona que estudia la tecnología de la ingeniería o de la construcción, para entrar en la industria de la construcción.

3. El auxiliar de ingeniería o técnico que trabaja en las obras de construcción dirigidas por ingenieros, y que este interesado en comprender mejor el equipo empleado.

4. El constructor que desea adquirir mayores conocimientos acerca de la aplicación de la ingeniería al equipo que se utiliza en su trabajo.

5. Las casas representantes, los distribuidores y vendedores de equipos de construcción.

En esta última parte se presentan una serie de comentarios que merecen ser mencionados, ya que son hechos reales de una obra, dentro de una preparación académica muchas veces no se ven las aplicaciones de los conocimientos o su obtención, la aplicación de conocimientos sucede una vez que se ejerce la carrera y también se observa de donde provienen muchos de los datos de los libros así como algunos errores que se dieron en clases y la aclaración de muchas dudas. El objetivo de esta parte puede ser el de dar una visión de la vida profesional, y los cuidados que se deben tener dentro del desempeño de un ingeniero civil para ser aun mejor.

La determinación de los rendimientos de mano de obra contenidos en este documento se obtuvieron mediante un proceso de observación y anotación, el ingeniero encargado del frente se encarga de observar y anotar los distintos avances obtenidos durante el periodo neto de trabajo, pueden no ser rendimientos generales para cualquier obra debido a que cada una de ellas presenta diferentes condiciones de trabajo, pero sí se puede decir que son más reales que los rendimientos obtenidos por métodos estadísticos que se presentan en las publicaciones para la determinación de precios unitarios y demás.

Los precios unitarios que forman parte de un contrato para la ejecución de obras públicas deberán integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en la Ley de Obras públicas y su Reglamento.

Los rendimientos de mano de obra obtenidos por métodos estadísticos tienen como características que representan en promedio el 40% o más de lo real, entre otras la causa se debe a una evaluación incorrecta de su rendimiento, es verdad que la estadística nos proporciona información directa o confiable, recabada por observación directa en obra pero no se justifica que las obras resulten más costosas debido a una incorrecta evaluación de la mano de obra. En un principio son buenos señalamientos y auxiliares para el proceso de determinación de costos en proyecto, pero debido a su generalidad no se adecuan a las características propias de la zona por lo que en ocasiones los rendimientos pueden aumentar o disminuir según las condiciones del lugar.

El comentario anterior pretende decir que los rendimientos obtenidos en este trabajo no son generales para cualquier obra, aunque se puedan aproximar a los expuestos en distintas publicaciones, quizá estos rendimientos sean generales para una zona con las condiciones de trabajo parecidas a las del lugar donde se desarrolla la línea de conducción, es decir una zona selvática con precipitaciones fuertes la mayor parte del año, con temperaturas medias a altas y un alto grado de humedad.

La evaluación incorrecta de cualquiera de las diferentes actividades dentro de una obra causa trastornos dentro de su desarrollo, como puede ser la elevación de los costos de producción o el atraso del programa de obra, por ejemplo. Algunas de las posibles causas de una evaluación incorrecta pueden ser:

- 1.- Debidas al constructor y condiciones propias de la obra:

- a) Falta de sistemas y técnicas constructivas que simplifiquen labores a desarrollar.
- b) Carencia de métodos o técnicas de organización y optimización de trabajo.
- c) Desconocimiento de la calificación, grado de especialización y disponibilidad de los diferentes recursos (materiales, mano de obra, equipo) necesarios para el sitio.
- d) Uso inapropiado de tecnologías; mal aprovechadas e ineficientemente adaptadas a los medios donde se efectúan las obras.
- e) Ausencia de criterios consistentes para fundamentar incentivos al trabajador, mejorar condiciones de trabajo, aumentar sueldos promover ascensos, traslados, remociones o despidos al personal de obras civiles.
- f) Medidas de seguridad y condiciones de trabajo en obras.
- g) Ubicación de la obra.
- h) Tipo y magnitud de la misma.
- i) Tiempo de duración y ejecución de la obra.
- j) Las instalaciones existentes en la obra.
- k) El grado de definición de los proyectos.
- l) La calidad de los materiales utilizados.

2.- Debidas al trabajador:

- a) Su habilidad, preparación y competencia técnica.
- b) Su actitud mental.
- c) Su constitución física.
- d) Sus tradiciones sobre la forma de realizar el trabajo.
- e) Desgaste físico.
- f) La dificultad del trabajo recomendado.

- g) La peligrosidad del riesgo.
- h) El medio ambiente en que desarrolla su trabajo.
- i) El grado de compatibilidad de sus objetivos con los del trabajo que desarrolla.
- j) Las jornadas de trabajo excesivamente prolongadas y de acuerdo con la zona.
- k) El ambiente político laboral.
- l) Las restricciones establecidas por los sindicatos.
- m) Los tiempos ociosos excesivos
- n) La flexibilidad en adaptaciones.
- o) El incremento de salarios.

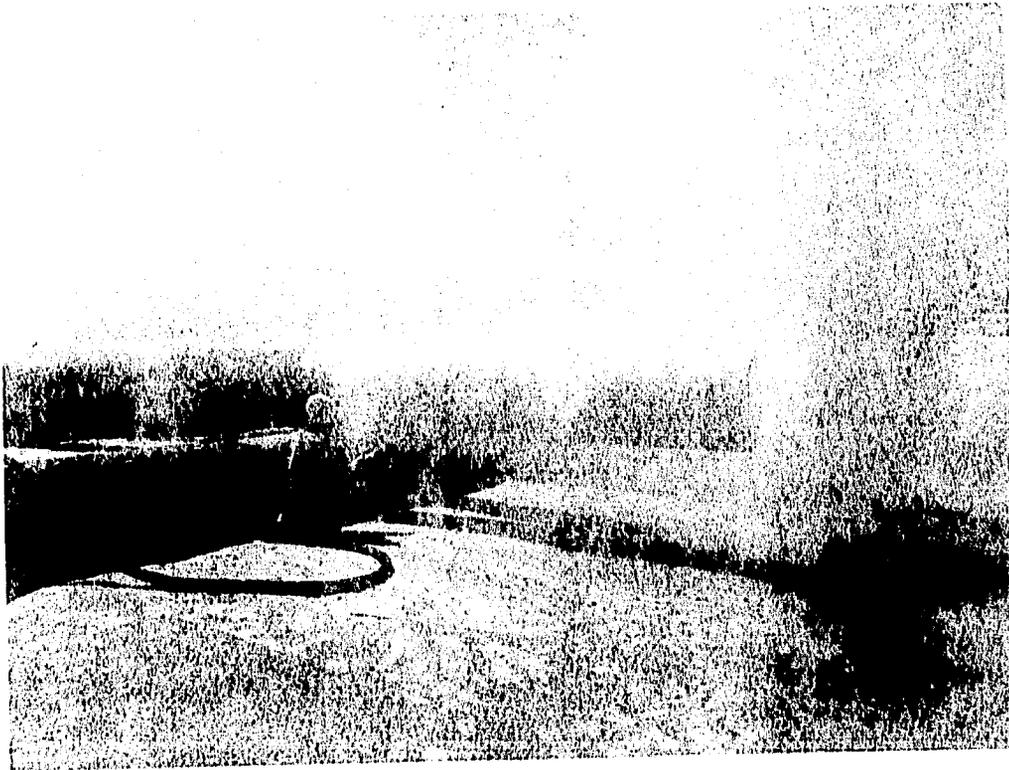
3.- Debidas al analista:

- a) Omisión de algunas prestaciones sociales y días efectivos de trabajo.
- b) No considerar cuotas sindicales especiales de la región.
- c) Considerar tiempos normales y no extras.
- d) Desconocimiento de procesos constructivos.
- e) Omitir condiciones particulares del proyecto.
- f) Mal interpretación de especificaciones de proyecto.
- g) Equivocaciones por falta de método de análisis.
- h) Omisión de actividades.
- i) Cometer errores aritméticos.
- j) Desconocimiento del equipo necesario y usado para una actividad determinada así como los posibles rendimientos obtenidos.

El tener la capacidad de reconocer el personal adecuado, así como de manejar correctamente el equipo y saber que materiales se pueden emplear para alguna de las actividades dentro de una obra, es muy importante. Es por esto que

para el buen desempeño de un ingeniero se deben contar con estas características, además de tener dedicación para actualizarse y poder entender los procedimientos y especificaciones de la actualidad, también se deben tener buenos conocimientos basados en los estudios que se han hecho dentro de la carrera, de esta manera se podrá evitar con mayor facilidad caer en la determinación de una evaluación incorrecta, a esto se le conoce como ética profesional.

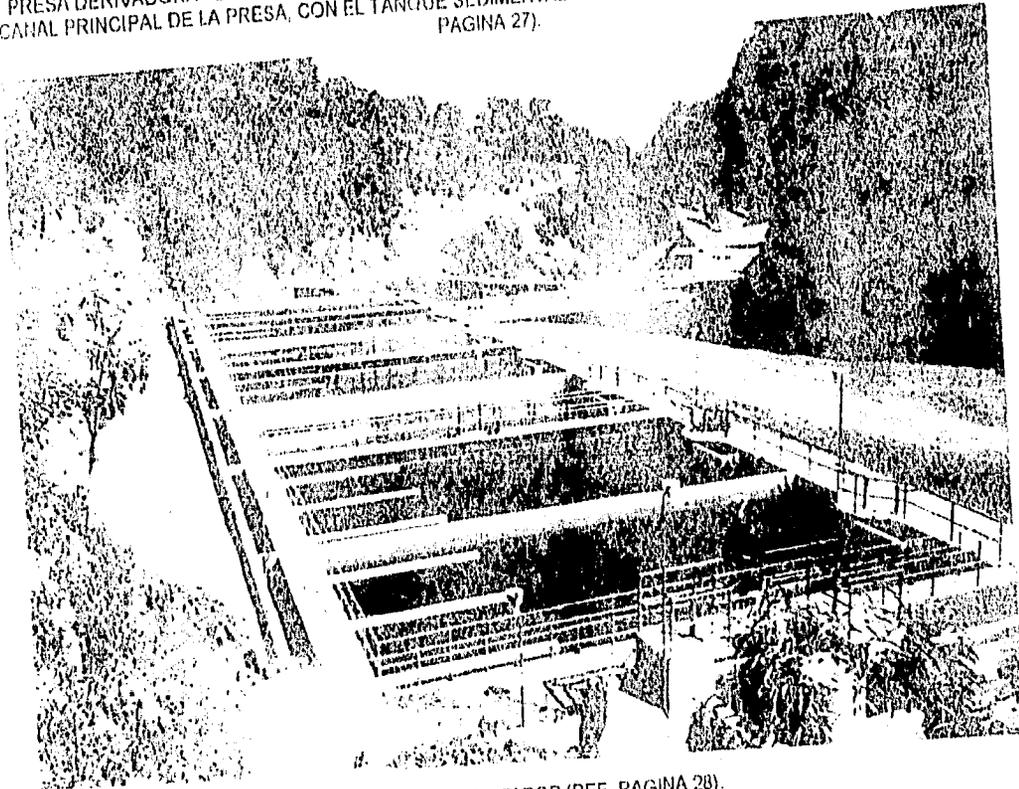
V.I. RESUMEN ILUSTRATIVO



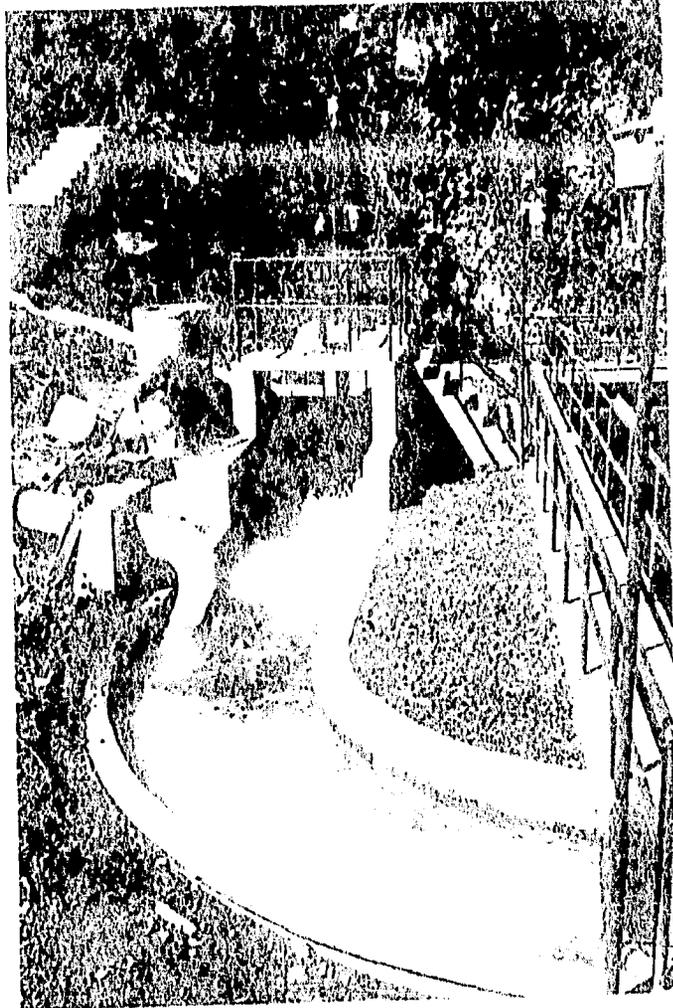
SAND-BLASTEO (LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA) SE REALIZA EN CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS ADECUADAS Y HUMEDAD RELATIVA MENOR DE 90% (REF. PAGINA 35).



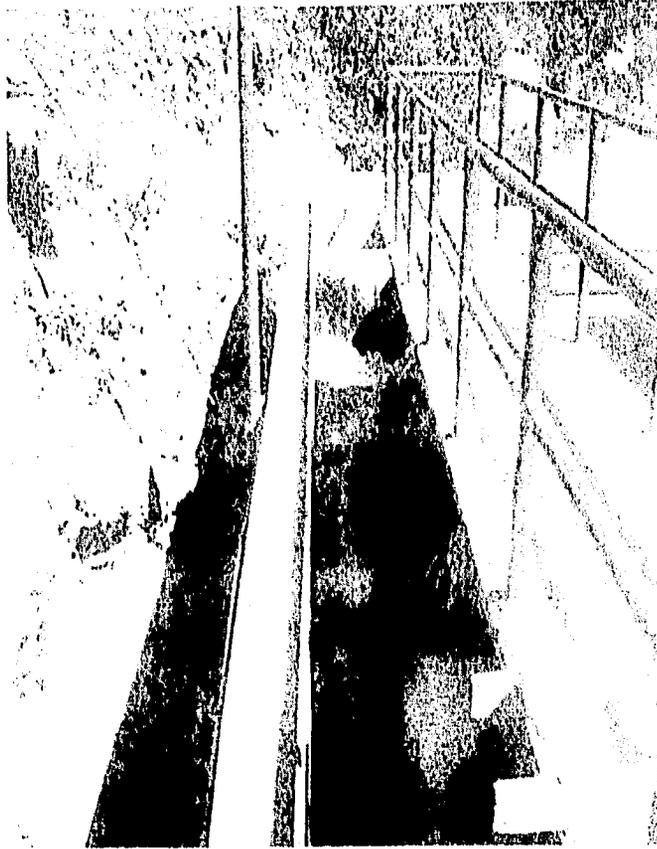
PRESA DERIVADORA "LOS COLIBRIES" EN PROCESO DE INSTALACION DE LINEA DE INTERCONEXION DEL CAÑAL PRINCIPAL DE LA PRESA, CON EL TANQUE SEDIMENTADOR CON TUBERIA DE 30" DE DIAMETRO (REF. PAGINA 27).



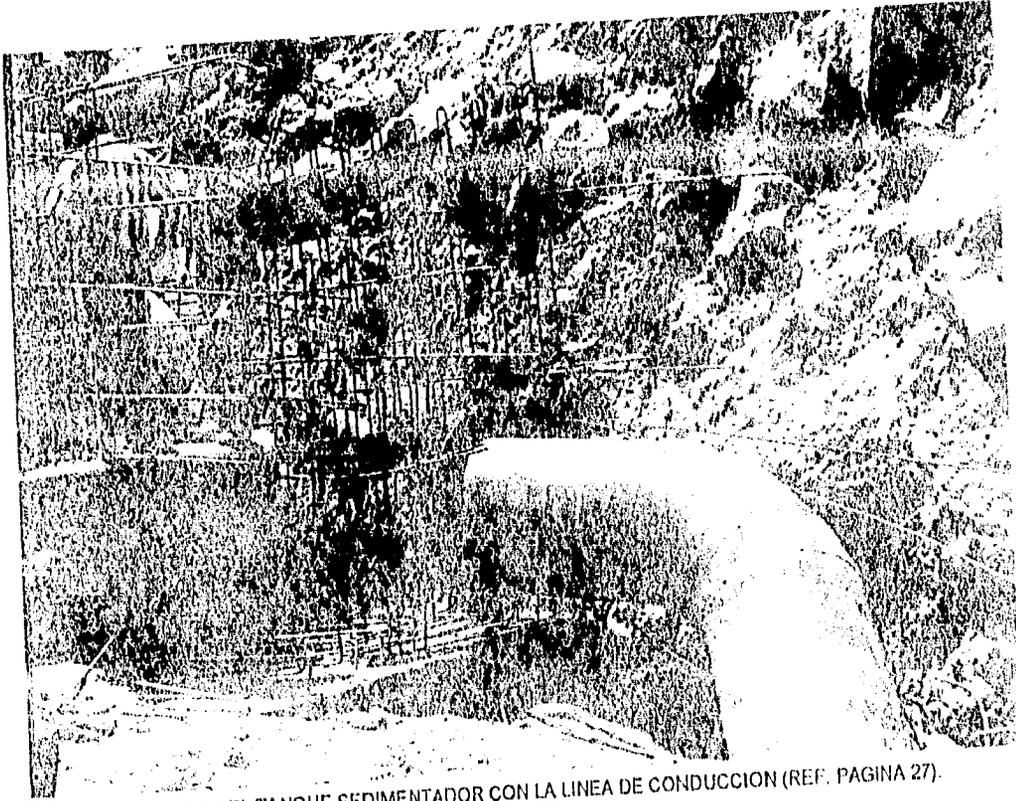
TANCUE SEDIMENTADOR (REF. PAGINA 28).



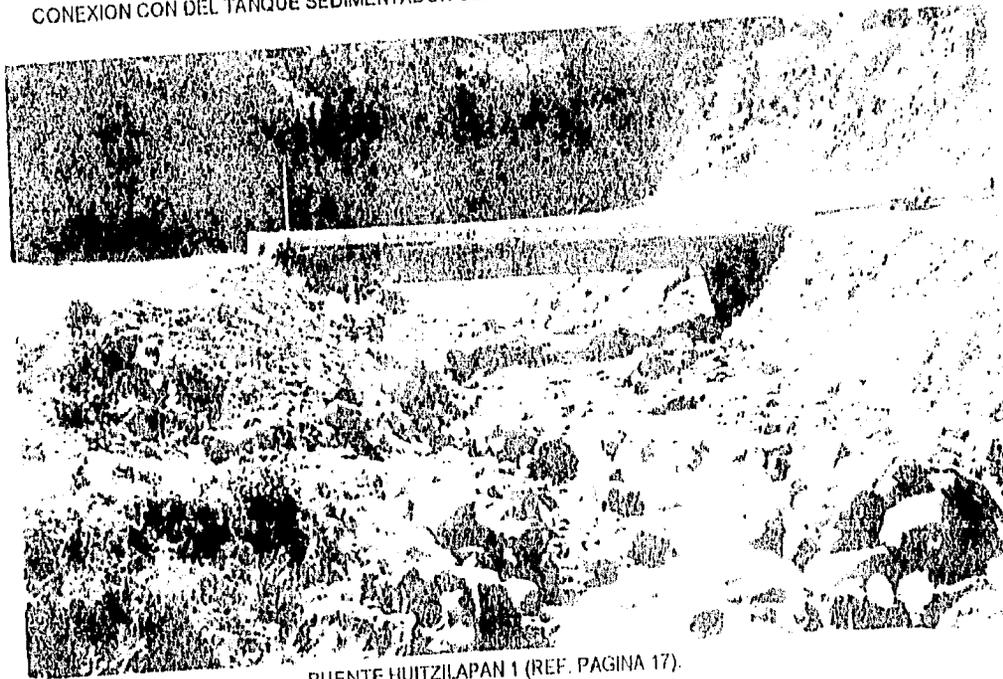
LLEGADA DE AGUA AL TANQUE SEDIMENTADOR POR LA LINEA PRINCIPAL DE 30" Y POR LA SECUNDARIA DE 24"
(REF. PAGINA 27).



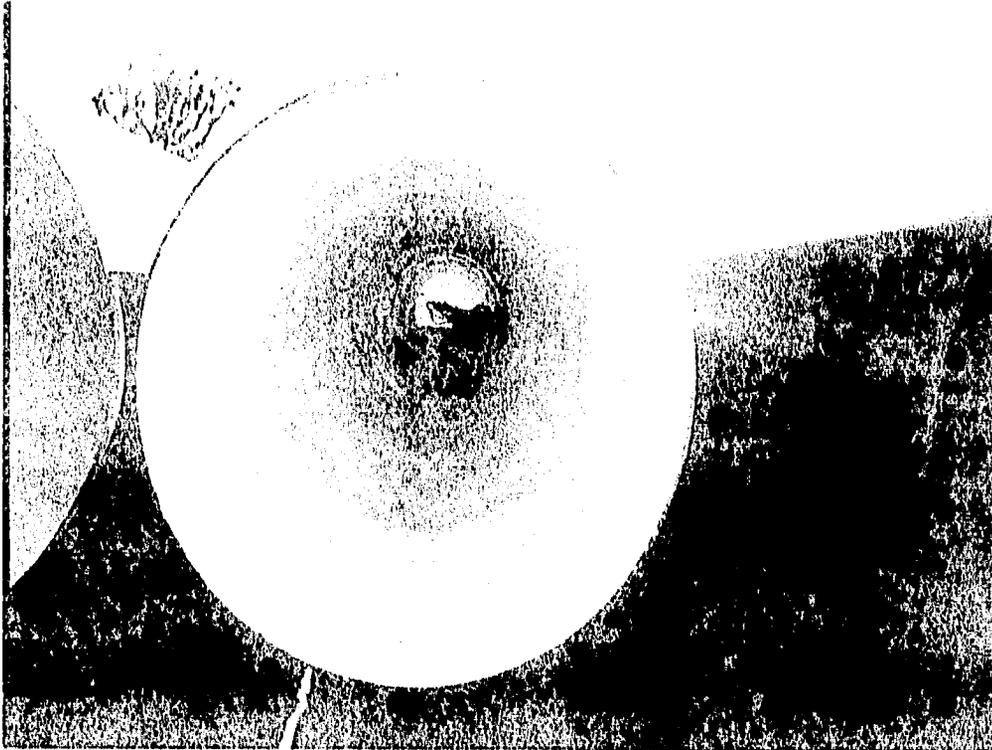
DESCARGA DE LAS CANALETAS DEL CANAL DE CONDUCCION HACIA LA TUBERIA (REF. PAGINA 27).



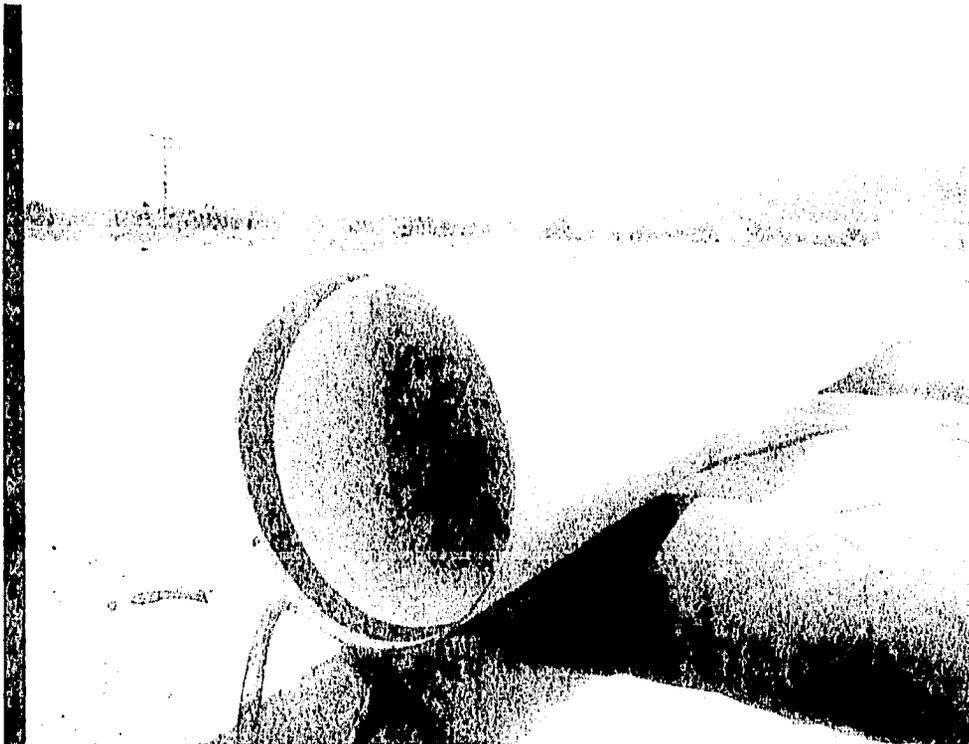
CONEXION CON DEL TANQUE SEDIMENTADOR CON LA LINEA DE CONDUCCION (REF. PAGINA 27).



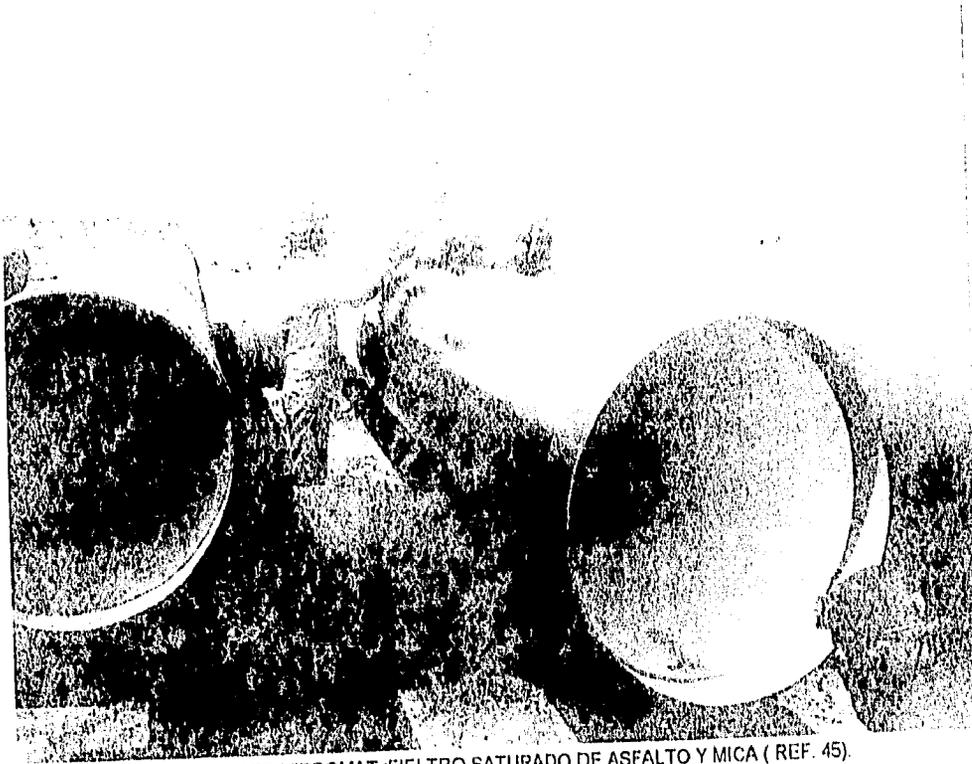
PUNTE HUITZILAPAN 1 (REF. PAGINA 17).



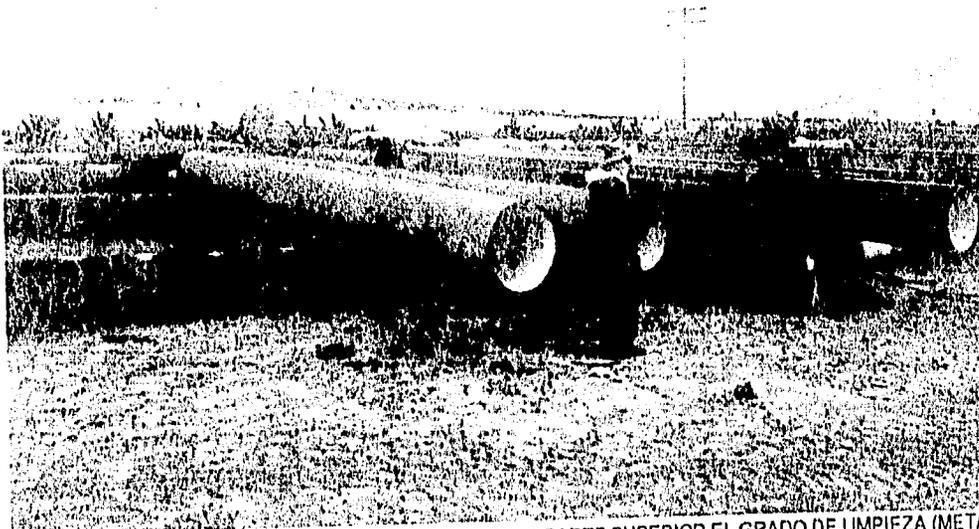
APLICACION DE RA-22 EN INTERIOR DE TUBERIA DE 30" EN DOS CAPAS, DESPUES DE CADA CAPA DE 2 MILESIMAS DE RP-27; EN TUBERIA DE 24" SE UTILIZA PRIMERO RP-68 Y RA-26 DE ACABADO (REF. PAGINA 44).



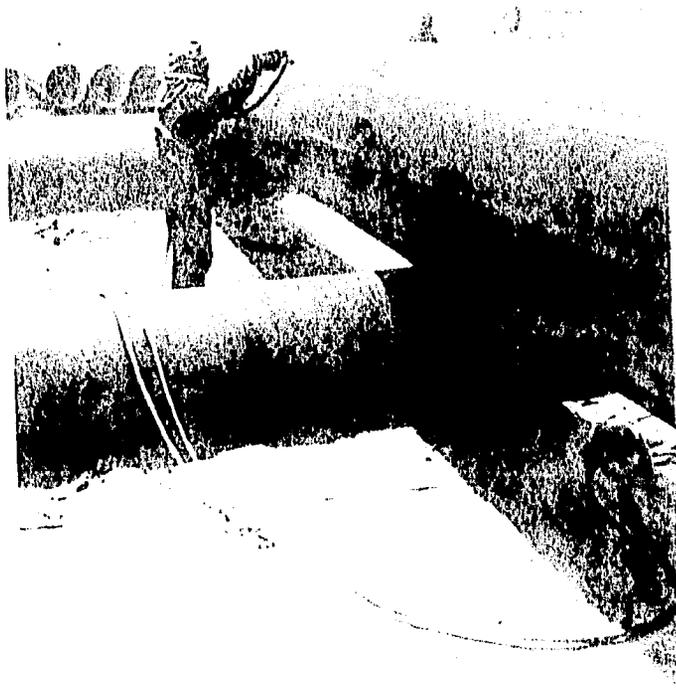
GRADO DE LIMPIEZA (METAL COMERCIAL). PERMITE CIERTAS MANCHAS OSCURAS EN ZONAS PEQUEÑAS DE COLOR NEGRO NO OXIDO (REF. PAGINA 34).



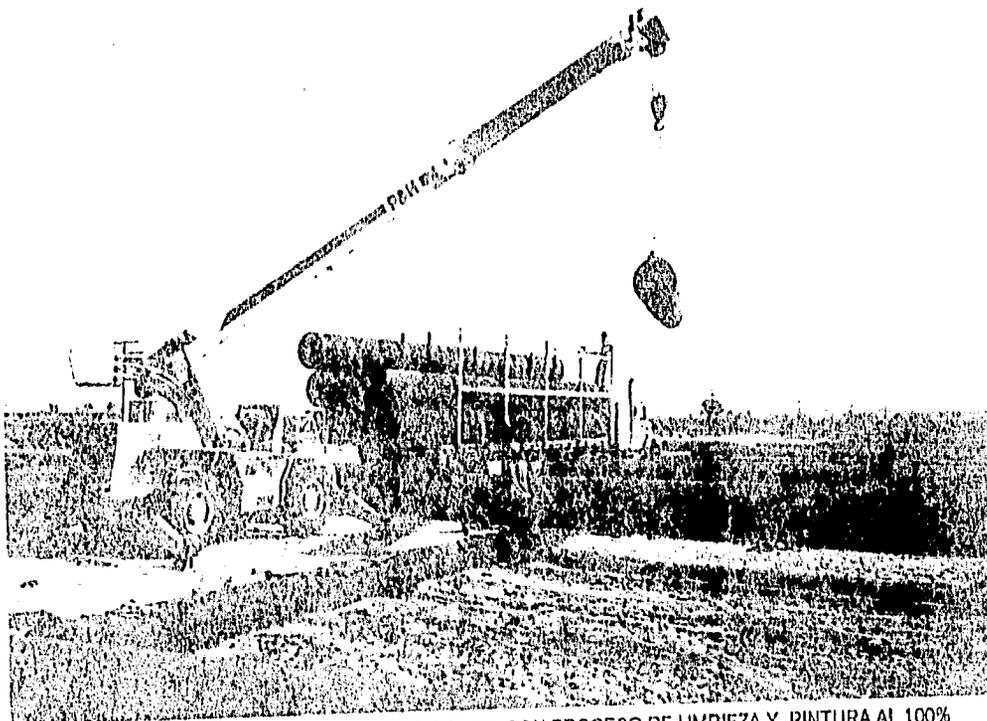
APLICACION DE VIDROMAT ;FILTRO SATURADO DE ASFALTO Y MICA (REF. 45).



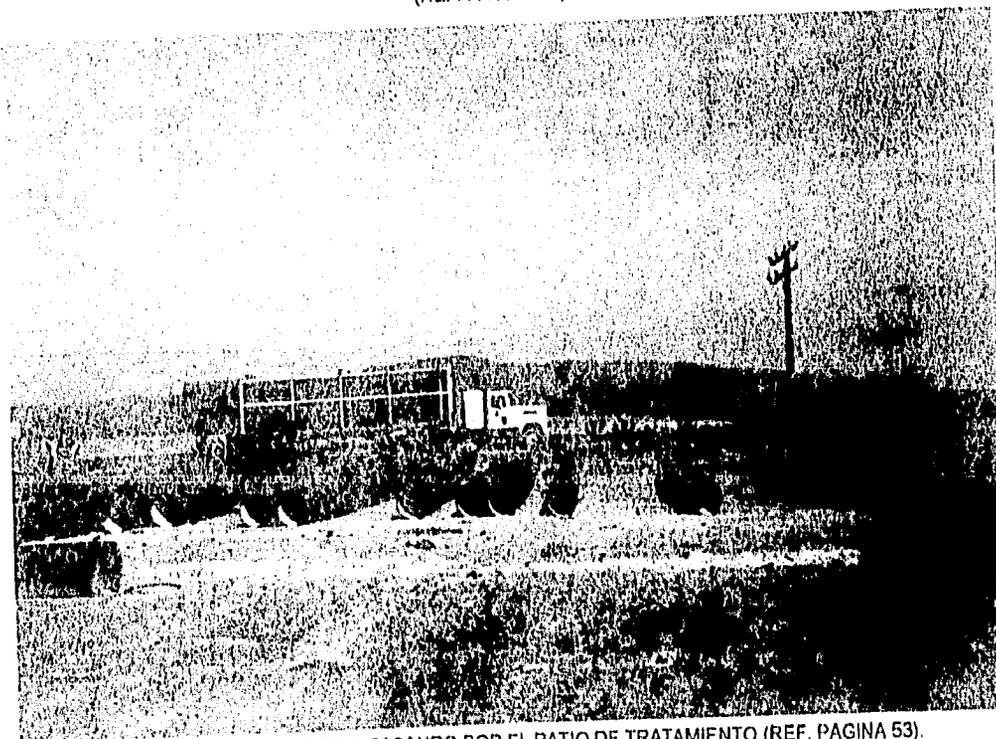
TRATAMIENTO DE TUBERIA. SE PUEDE APRECIAR EN LA PARTE SUPERIOR EL GRADO DE LIMPIEZA (METAL CASI BLANCO) EN TUBERIA DE 24" DE DIAMETRO (REF. PAGINA 34).



APLICACION DE ALQUITRAN DE HULLA RP-5B EN SEGUNDA MANO (REF. PAGINA 44).



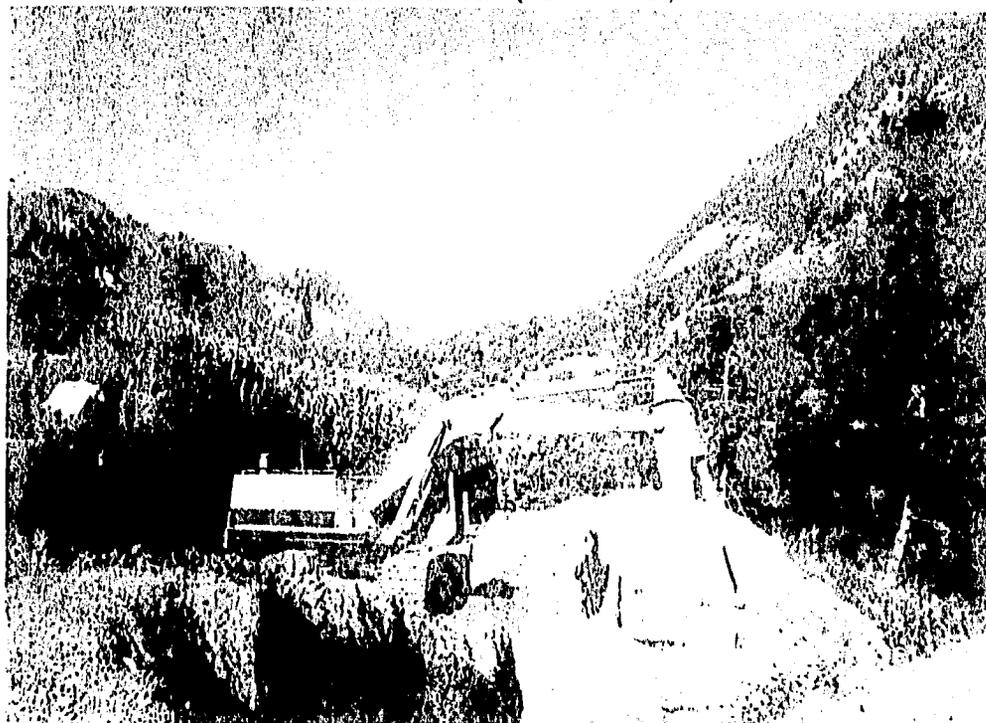
CARGA DE TUBERIA EN PATIO DE TRATAMIENTO, CON PROCESO DE LIMPIEZA Y PINTURA AL 100%
(REF. PAGINA 57).



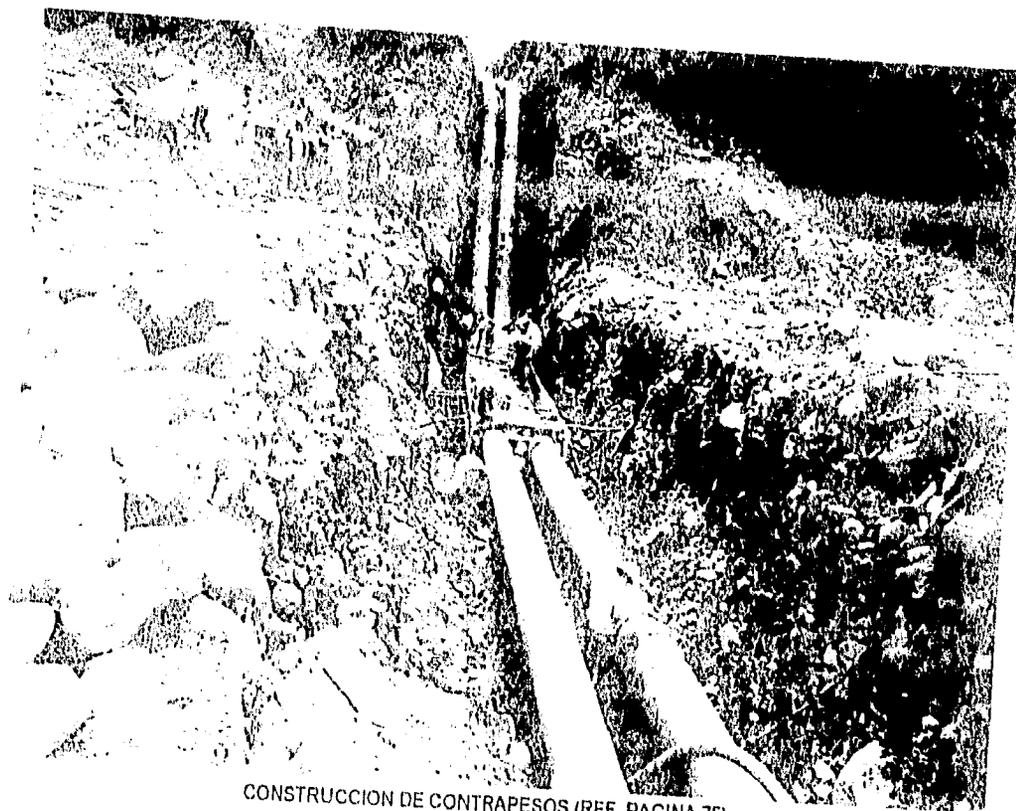
ACARREO DE TUBERIA DE 30" PASANDO POR EL PATIO DE TRATAMIENTO (REF. PAGINA 53).



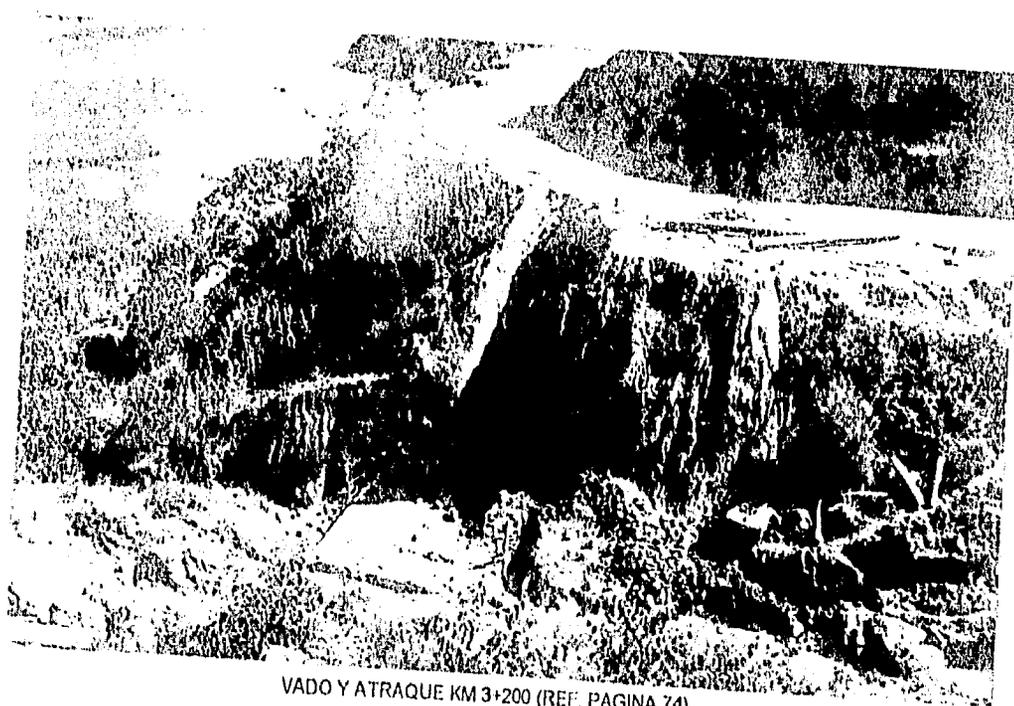
EXCAVACION DE ZANJA (REF. PAGINA 68).



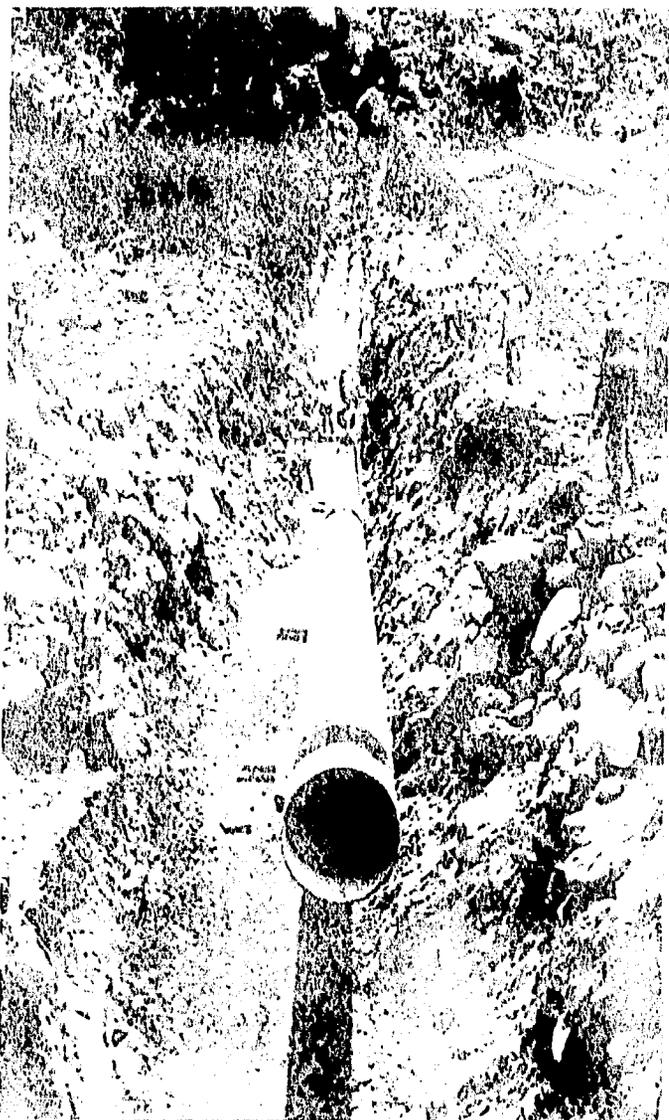
REFILENO DE ZANJA (REF. PAGINA 72).



CONSTRUCCION DE CONTRAPESOS (REF. PAGINA 75).



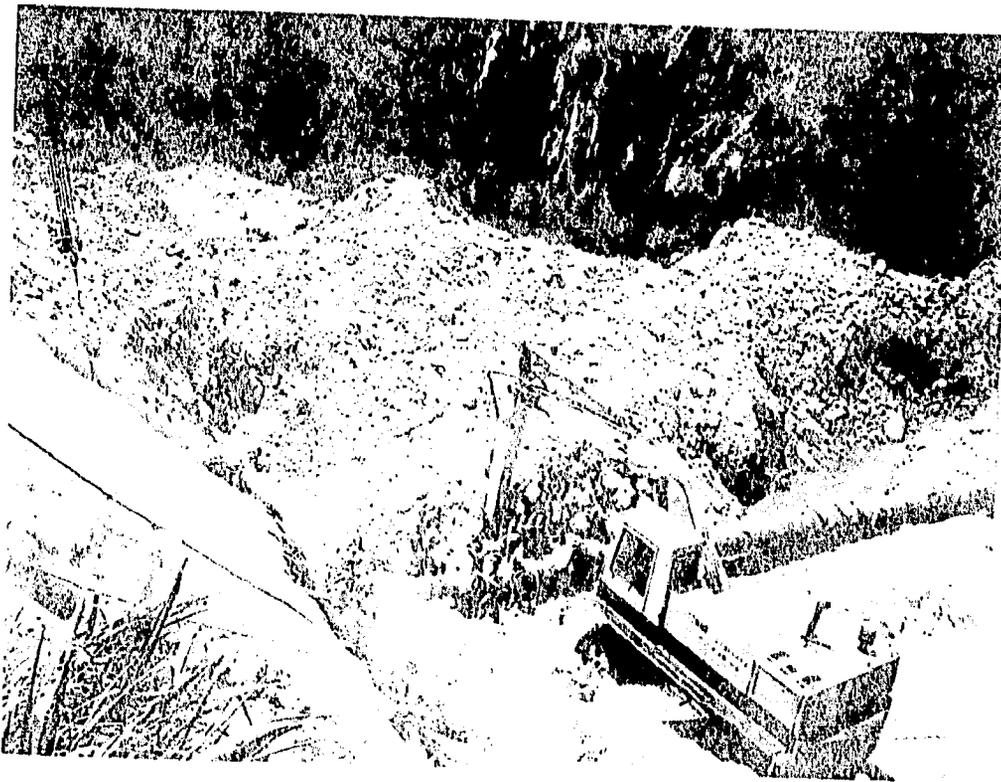
VADO Y ATRAQUE KM 3+200 (REF. PAGINA 74).



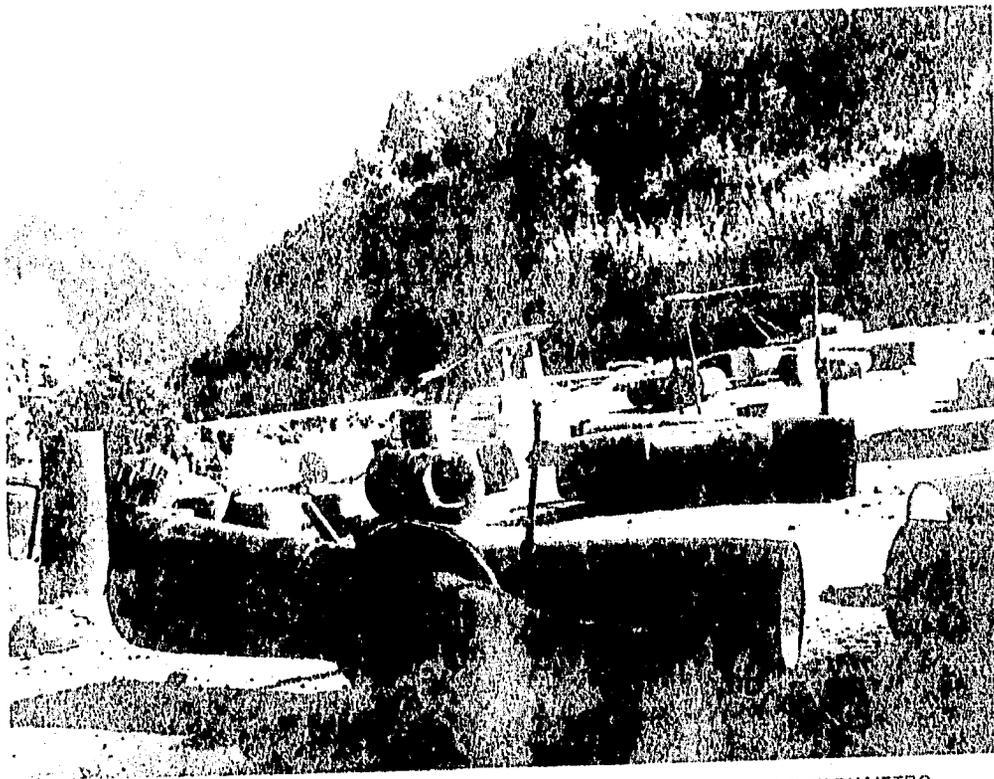
PARA LOS CASOS DE BAJADO, DEBE SER CON BANDAS DE LONA O MATERIAL SUAVE PARA NO PERJUDICAR LA PROTECCION MECANICA (VIDROMAT) NI LA PINTURA (REF. PAGINA 88).

DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION Y A LA PRESENCIA DE AGUA EL MATERIAL SE VUELVE AUN MAS INESTABLE Y ES OTRA CAUSA POR LA CUAL DEBE HACERSE LA INSTALACION FUERA DE LA CEPA.

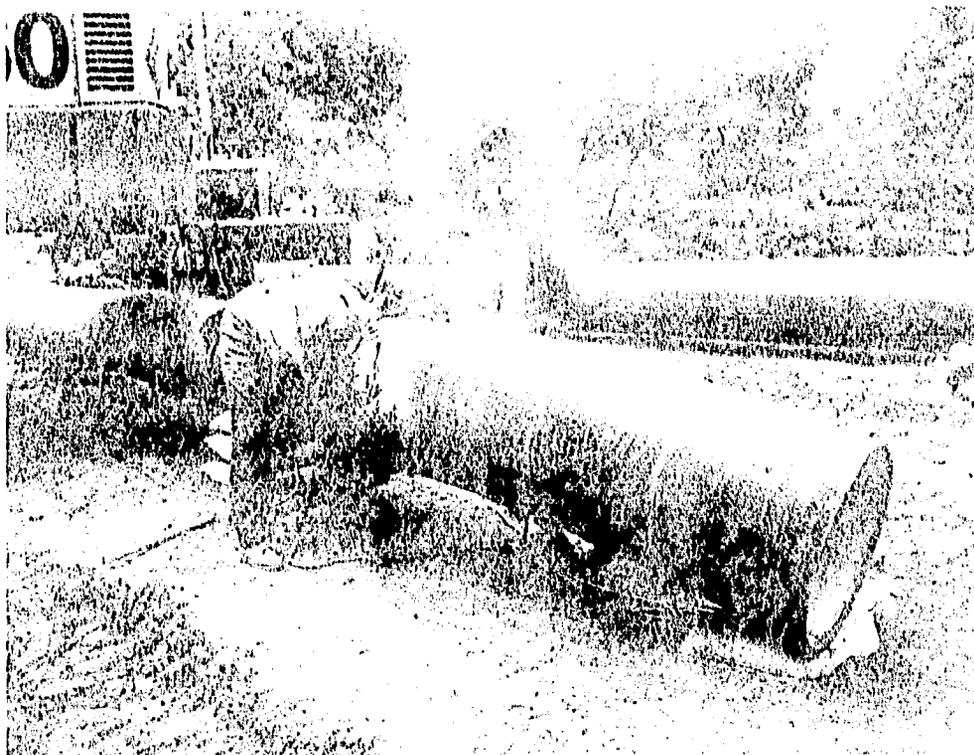
NOTA: SIEMPRE QUE SE VAYA A EJECUTAR UN CRUCE DE ESTE TIPO DEBEMOS TENER BOMBAS DE ACHIQUE, YA QUE DESDE EL INICIO DE LA EXCAVACION SE REQUIERE DE ELLAS.



CRUCE DEL RIO HUITZILAPAN (REF. PAGINA 71).



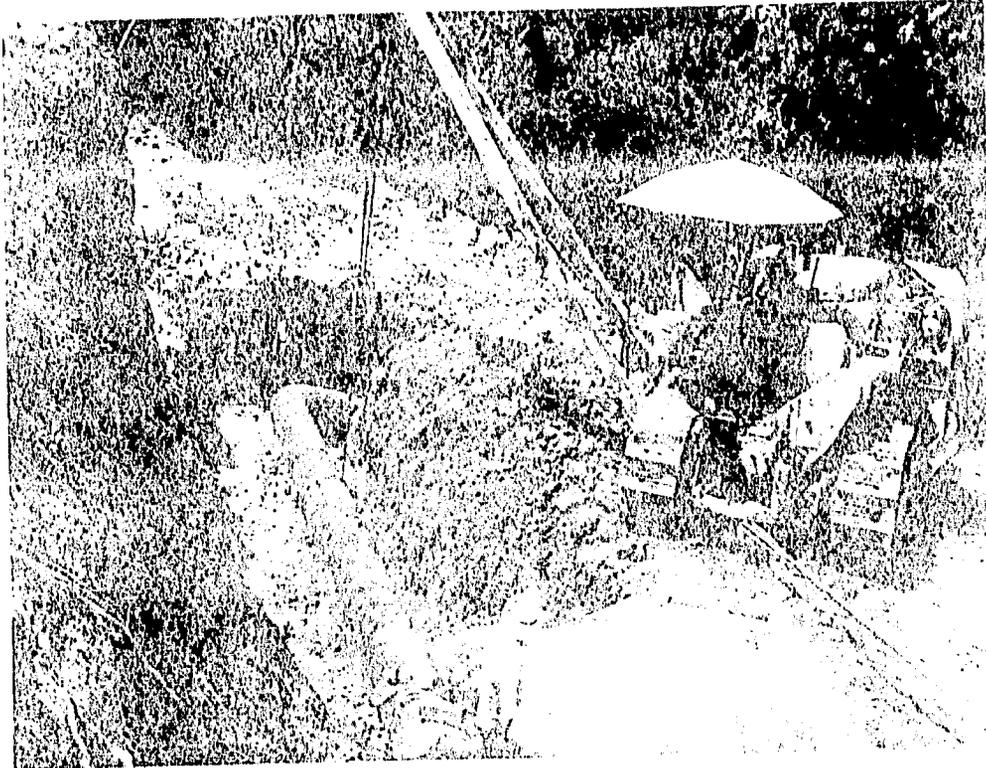
FABRICACION DE UNA BIFURCACION DE UNA LINEA DE 30" A DOS LINEAS DE 24" DE DIAMETRO
(REF. PAGINA 118).



FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES (REF. PAGINA 118).



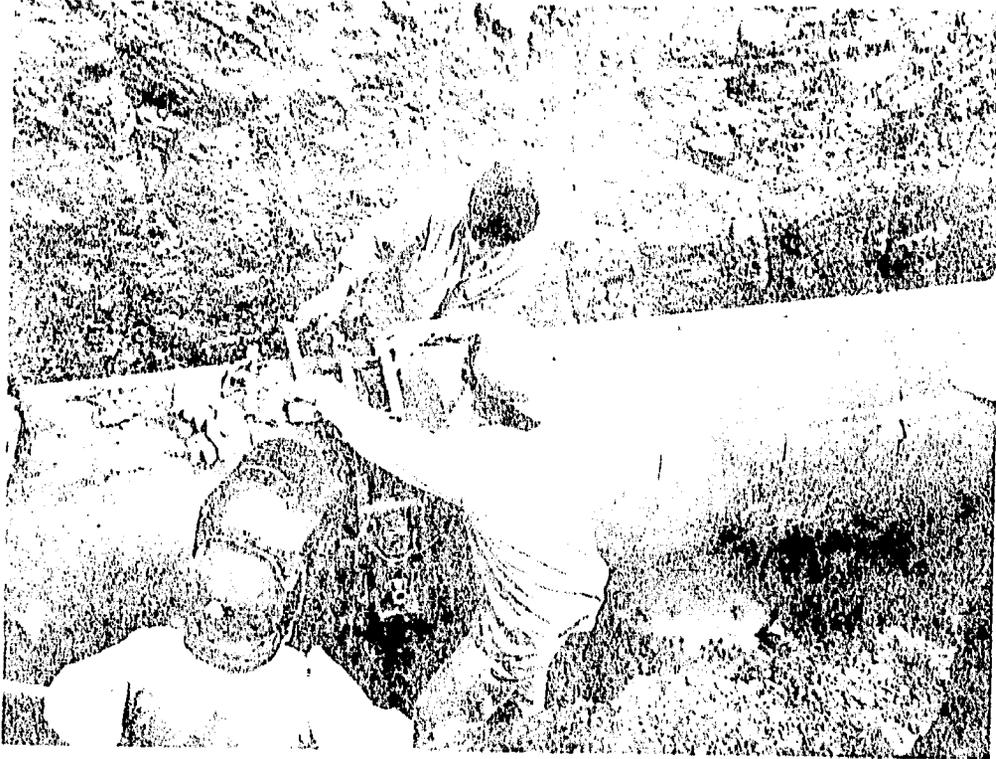
COLOCACION DE PIEZAS ESPECIALES (REF. PAGINA 118).



INSTALACION DE TUBERIA DE 24" EN CRUCE AJOLOTES (REF. PAGINA 114).



INSTALACION DE TUBERIA DE 24" DE DIAMETRO (REF. PAGINA 94).



ALINEACION DE TUBERIA DE 30" (REF. PAGINA 93).



INSPECCION RADIOGRAFICA DE TUBERIA DE 30" DE DIAMETRO (REF. PAGINA 98).



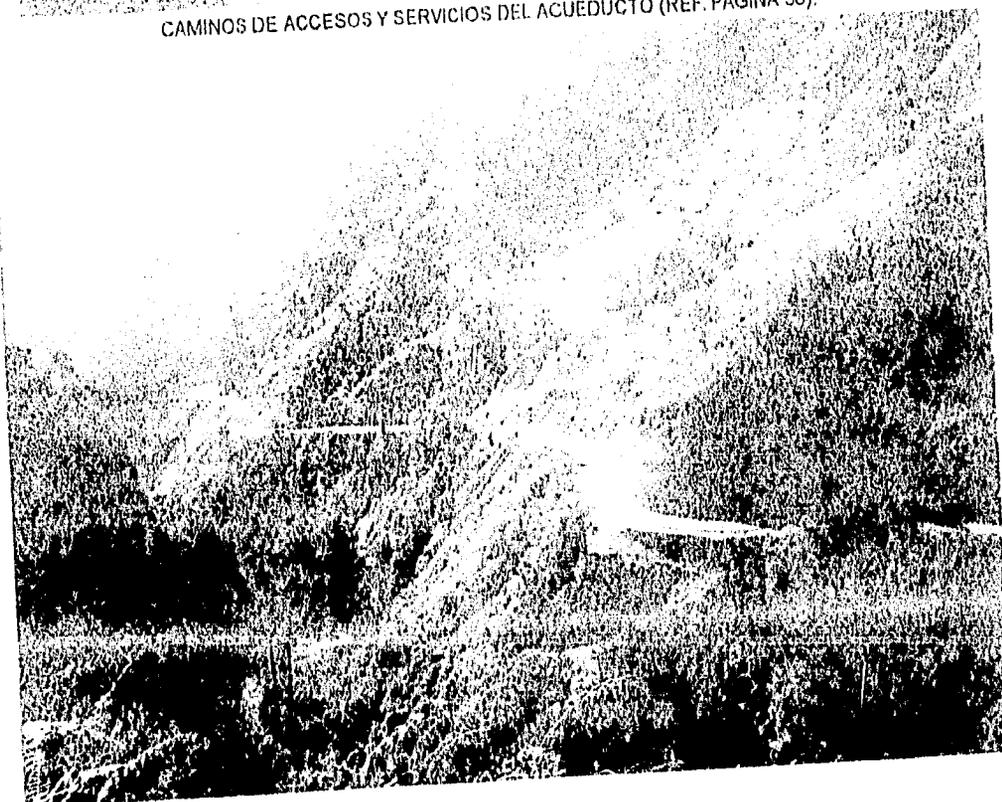
CONSTRUCCION DE ATAGUIAS PARA LA EXCAVACION DE ZANJAS Y COLOCACION DE TUBERIA (REF. PAGINA 71).



INSTALACION DE TOMA
LINEA INTERCONECTOR
AL TANQUE SEDIMENTADOR
(REF. PAGINA 28).



CAMINOS DE ACCESOS Y SERVICIOS DEL ACUEDUCTO (REF. PAGINA 58).



BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE INGENIERO TOMO I. (1)
HÜTTE, ACADEMIA.
ED. GUSTAVO GILI S.A.
BARCELONA, ESPAÑA 1950
1443 p.p.
- DEFECTOS Y ROTURAS EN RECIPIENTES (2)
A PRESION Y TUBERIAS.
THIELSCH, HELMUT.
ED. URMO S.A.
1a EDICION, ESPAÑA 1978.
440 p.p.
- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO (3)
BRESLER, BORIS.
ED. LIMUSA.
926 p.p.
- LAS SOLDADURAS (4)
SEFERIAN, D.
ED. URMO S.A.
1a. EDICION, ESPAÑA 1978.

COMPENDIO DEL MANUAL AHMSA PARA INGENIEROS (5)

AHMSA.

EDICIONES AHMSA

OBRAS HIDRAULICAS (6)

TORRES HERRERA, F.

ED. LIMUSA S.A.

2a. EDICION, MEXICO.

MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE NUEVA YORK (7)

DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK

ED. LIMUSA S.A.

12a. EDICION.

MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PUBLICAS (8)

DE CUSA, JUAN

ED. C.E.A.C.

1a. EDICION

MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION (9)

DAY, DAVID A.

ED. LIMUSA S.A.

2a. EDICION

DICCIONARIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE (10)

INGENIERIA

REINHOLD PUBLISHING, CORPORATION

ED. LABOR, S.A.

ESPAÑA 1970

819 p.p.

ENSAYOS DE CORROSION (11)

CHAMPION, F.A.

ED. CORMO S.A.

1a. EDICION EN ESPAÑOL, ESPAÑA 1976

469 p.p.

LOS MUNICIPIOS DE VERACRUZ (12)

COLECCION: ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

ED. SECRETARIA DE GOBERNACION Y GOBIERNO DE VERACRUZ.

1a. EDICION, MEXICO 1988.

GUIA DE CARRETERAS DE LA ZONA PUEBLA-VERACRUZ (13)

S.A.H.O.P.

ED. SAHOP.

MEXICO 1980

CARTA TOPOGRAFICA E-14-3, (14)

VERACRUZ ESC. 1:250,000

S.P.P.

CONSTRUCCIONES METALICAS, TOMO I (15)

KIENERT, G.

ED. URMO S.A.

ESPAÑA 1972

187 p.p.

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES TOMO C.2.6. (16)

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD,

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

ED. C.F.E.

MEXICO 1981