

# TUBERÍAS NO METÁLICAS



## **Autores**

**Jorge A. Perez Fernandez  
Alejandro Zagal Reyes**

# EL EQUIPO

ING. JORGE A. PÉREZ FERNÁNDEZ

## ERCDI

ING. ALEJANDRO ZAGAL REYES

ING. ELOY PÉREZ BARUCH

ING. RIGOBERTO TAPIA HUERTA

ING. CARLOS ZOZAYA SAYNES

ING. CÉSAR DAVID MONTES DE OCA

ING. ALBERTO GONZÁLEZ NAVA

ARQ. MARCELINO CASTILLO C.

ING. BARTOLO CANO RAMÍREZ

ING. JOSÉ YEPEZ EUGENIO

ING. ARTURO L. ESQUIVEL RAMÓN

ING. GONZALO RODRIGUEZ RUÍZ

ING. GUSTAVO ROSAS ALEGRIA

## ASESOR TÉCNICO IPN

DR. JOSE MANUEL ALLEN LÓPEZ

M. EN C. RICARDO LAZARO BAEZ

## CERTIFICADOR BUREAU VERITAS

ING. KARAMOKO DIABY CISSE

DR. NARCISO GALEANO A.

ING. ANTONIO ZURITA P.

ING. ARMANDO MARTINEZ V.

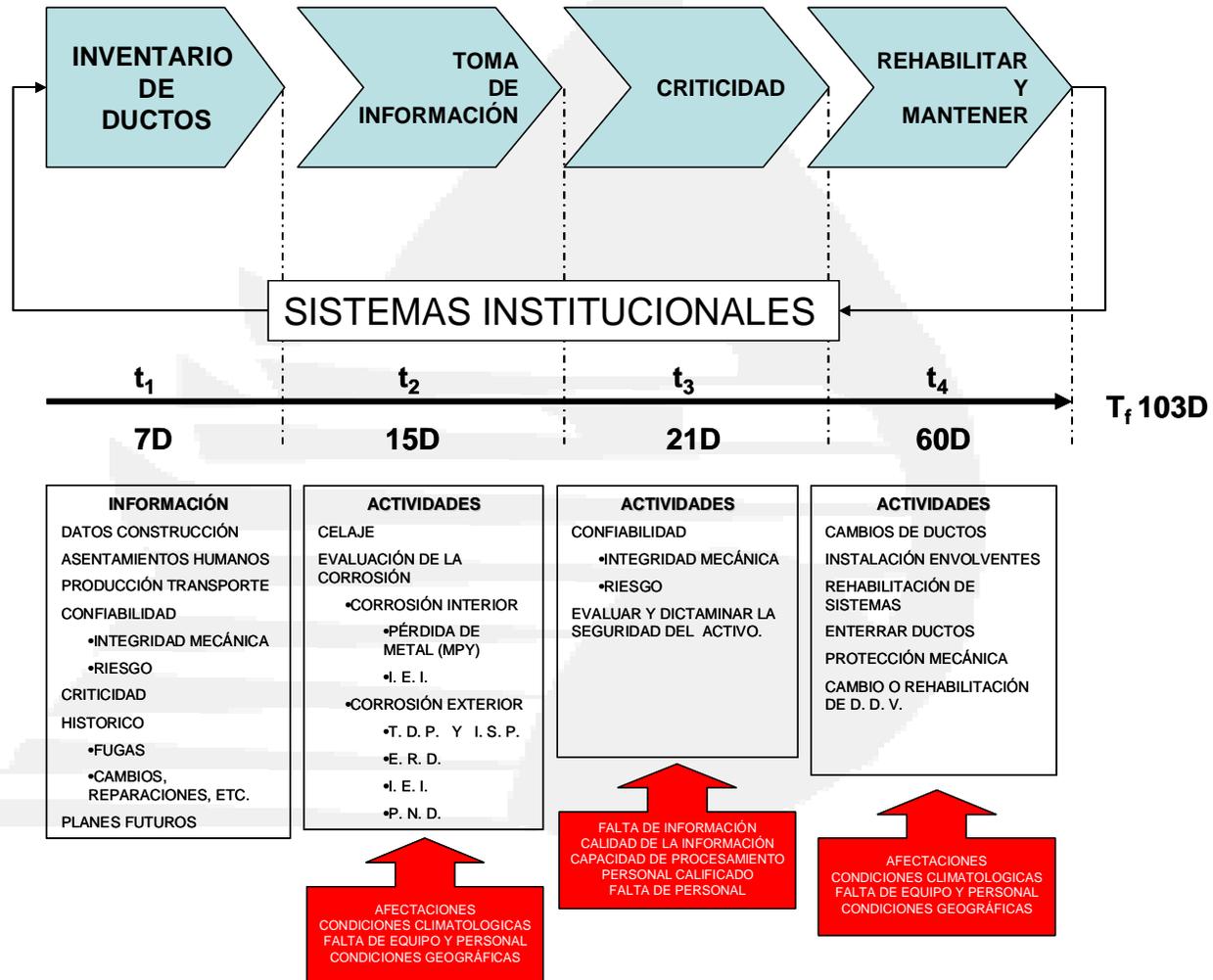
## ANTECEDENTES

LA EJECUCIÓN DEL **PLAN EMERGENTE DE DUCTOS** SE VE **AFECTADO** POR LAS SIGUIENTES RAZONES:

- **RETRASOS** EN LOS **ABASTECIMIENTOS** DE TUBERÍA METÁLICA DEBIDO A LA DEMANDA ACTUAL.
- **LA PROBLEMÁTICA SOCIAL** DE LA REGIÓN SUR, **DIFICULTA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS** CON LOS PROPIETARIOS DE LOS DISTINTOS TERRENOS DONDE SE UBICAN LOS DUCTOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE, **IMPOSIBILITANDO SU INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN** CORRESPONDIENTE, CON EL CONSECUENTE **DETERIORO DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA**, LO CUAL MANTIENE UN **ESCENARIO DE ALTO RIESGO**.

ANTE TAL SITUACIÓN, SE DECIDIÓ **APLICAR TECNOLOGÍA** CON **TUBERÍA NO METÁLICA ENROLLABLE** CON LA CAPACIDAD DE SER **INSTALADA DENTRO DE LAS TUBERÍAS EXISTENTES**.

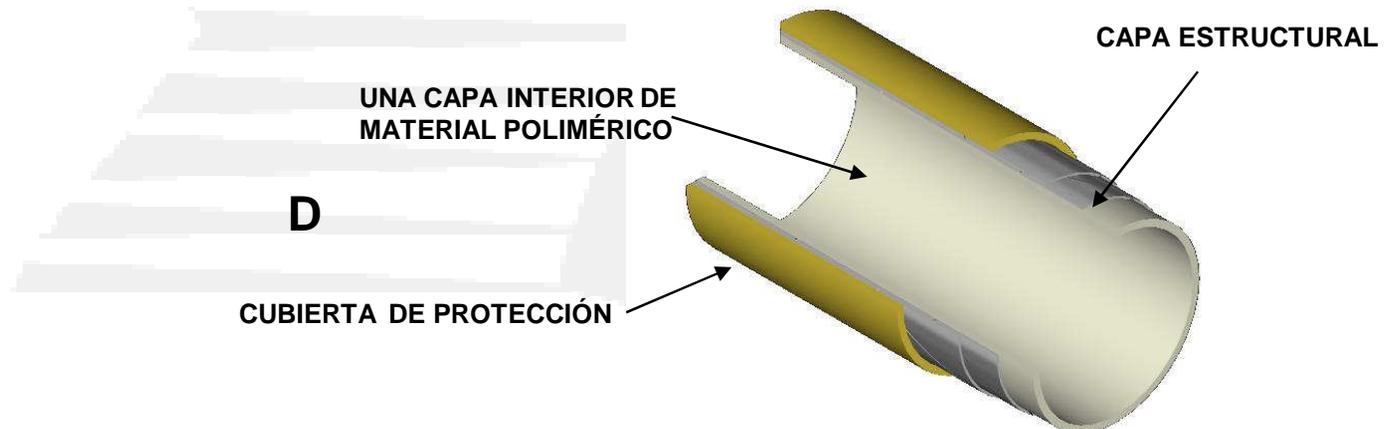
# PROCESO DE REHABILITACION



# TUBERIAS NO METALICAS

LA TUBERÍAS NO METALICAS ENROLLABLES **TNME** SE CONFORMAN DE:

- UNA **CAPA INTERIOR** DE MATERIAL POLIMÉRICO PARA CONTENER EL FLUIDO TRANSPORTADO.
- UNA **CAPA ESTRUCTURAL** QUE ENVUELVE LA CAPA INTERIOR DE CONTENCIÓN QUE PROPORCIONA RESISTENCIA MECÁNICA AL CONJUNTO PARA SOPORTAR LAS CARGAS APLICADAS DURANTE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN.
- UNA **CUBIERTA DE PROTECCIÓN**.



## TIPOS DE TUBERIAS NO METALICAS

EXISTEN TRES SIGUIENTES TIPOS DE TUBERÍA NO METÁLICA ENROLLABLE (TNME):

- TUBERÍA COMPUESTA ENROLLABLE (TCE).
- TUBERÍA TERMOPLÁSTICA REFORZADA (TTR).
- TUBERÍA COMPUESTA ENROLLABLE CON REFUERZO DE ACERO (TCERA).

LOS TRES DIFERENTES TIPOS CORRESPONDEN A TUBOS DE CAPAS MÚLTIPLES, FABRICADOS EN LONGITUDES CONTINUAS Y ENROLLABLES PARA SU ALMACENAJE, TRANSPORTE E INSTALACIÓN.

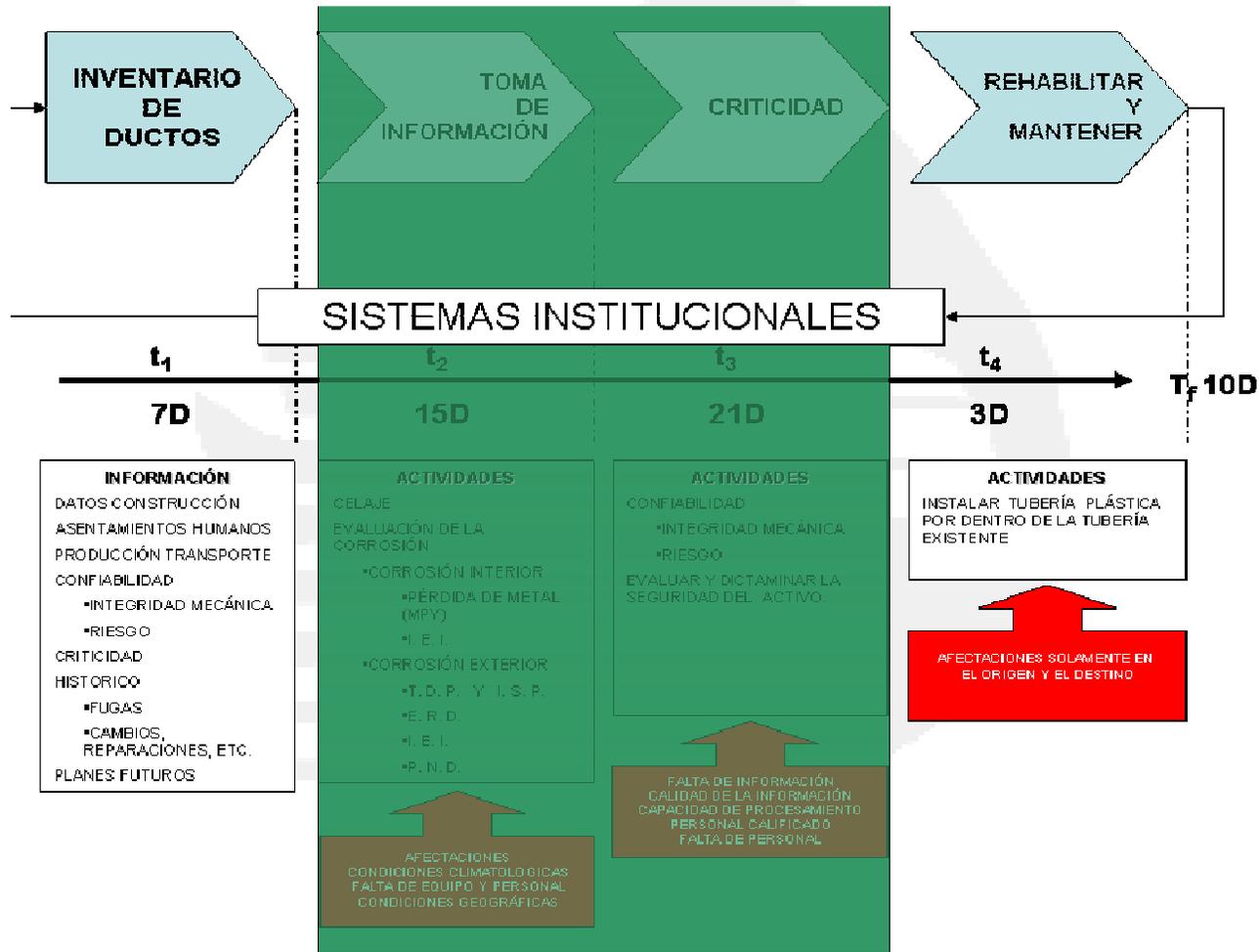
UN SISTEMA TNME INCLUYE LA TUBERÍA, ACCESORIOS Y ACOPLAMIENTOS

PARA CADA TIPO DE LAS TUBERÍAS ANTERIORMENTE DESCRITAS, SE CUENTA CON UN RANGO DE PRESION DE OPERACIÓN DESDE 500 HASTA 3000 PSI, Y CUMPLEN CON LA ESPECIFICACION INTERNA P2.073.01

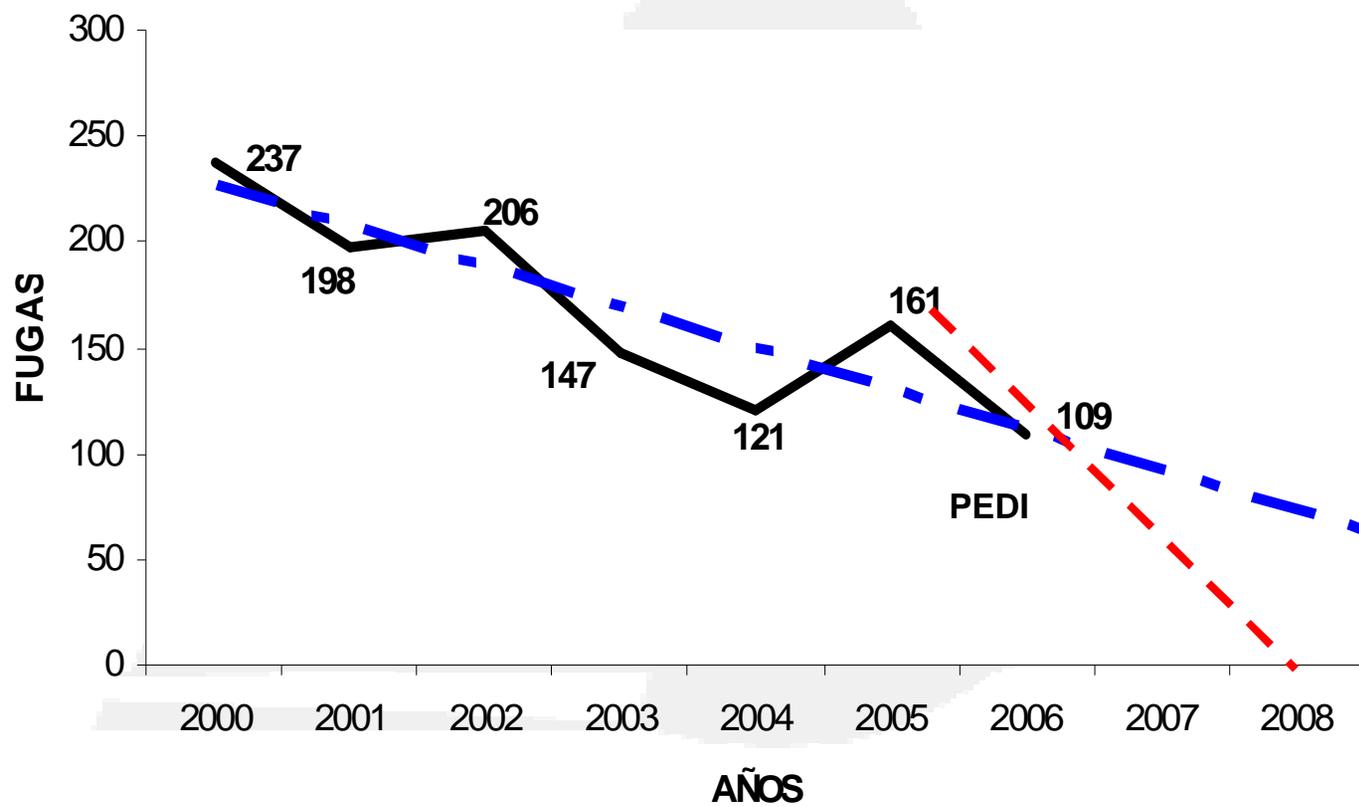
## ■ VENTAJAS TÉCNICAS (TNME)

- **NO HAY CORROSIÓN**
- **ALTAMENTE FLEXIBLE**
- SE PUEDE **INTRODUCIR** EN LA **TUBERÍA** DE ACERO **EXISTENTE** (**EVITA AFECTACIONES**)
- **MÍNIMA** PÉRDIDA DE PRESIÓN POR **FRICCIÓN** ( .00005 rugosidad)
- **RETARDA O NULIFICA** DEPÓSITOS DE **PARAFINAS** Y **ASFALTENOS**
- **BAJA** PÉRDIDA DE TEMPERATURA POR **TRANSFERENCIA** DE **CALOR** (3.1 BTUin / hrft<sup>2</sup>F)
- **MENOR PESO** QUE EL ACERO (0.36 A 2.1 LBS / FT)
- **RESISTENCIA** A FLUIDOS **CORROSIVOS** DE TERMINACIÓN DE POZOS Y AL CO<sub>2</sub> Y H<sub>2</sub>S DEL YACIMIENTO
- **TEMPERATURA** DE OPERACIÓN 250° F
- **FACILIDAD** DE TRANSPORTE E **INSTALACIÓN**
- **MEJORA** CAPACIDAD DE **FLUJO**
- **NO REQUIERE MANTENIMIENTO**
- **SOPORTAN PRESIONES** DE TRABAJO DE **3000 PSI**

# PROCESO DE REHABILITACION (TNME)



# HISTORICO DE FUGAS



TENDENCIA — — —

PEDI — — —

# ■ INSTALACIÓN

1. CORRIDA DE DIABLO DE **LIMPIEZA INTERIOR** DE LA TUBERÍA (DE 40 A 60 MIN)
2. CORRIDA DE DIABLO DE **VERIFICACIÓN INTERIOR** DE LA TUBERÍA CON LÍNEA GUÍA (DE 40 A 60 MIN)
- 3) **INTRODUCCIÓN** DE LA TUBERÍA NO METÁLICA (HASTA 33 MTS/MIN)
- 4) **AJUSTES** E INSTALACIÓN DE COPLES Y BRIDAS (DE 60 A 120 MIN)
- 5) **PRUEBA** HIDROSTÁTICA (DE 8 A 24 HRS.)
- 6) **INTERCONEXIÓN** CON EL SISTEMA (DE 30 A 60 MIN)
- 7) PUESTA EN **OPERACIÓN**

TIEMPO TOTAL DE REHABILITACIÓN DE UN KILOMETRO DE LÍNEA: DE 11 A 30 HRS.



# PRUEBA DE LA TUBERÍA

CON EL OBJETO DE VERIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA NO METÁLICA, SE REALIZARON PRUEBAS PARA VERIFICAR SU RESISTENCIA A LAS ESPECIFICACIONES DETERMINADAS, MISMAS QUE FUERON CERTIFICADAS POR LA COMPAÑÍA BUREAU VERITAS.

PRESIÓN DE PRUEBA KG/CM <sup>2</sup>	TIEMPO DE INCREMENTO DE PRESIÓN	TIEMPO DE PRUEBA MIN	LONG. INICIAL MTS	DIÁMETRO EXTERIOR DE LA TUBERÍA PULG.	TERMINACIÓN DE LA PRUEBA	LONG. FINAL	DIÁMETRO FINAL PULG	OBSERVACIONES
20.00	11:32 - 11:34	20	2.27	2.334	11:54	2.27	2.334	SE ABATIÓ PRESIÓN DURANTE EL TIEMPO DE LA PRUEBA A 19 KG/CM <sup>2</sup>
40.00	11:57 - 12:00	20	2.27	2.334	12:20	2.27	2.334	SE ABATIÓ PRESIÓN DURANTE EL TIEMPO DE LA PRUEBA A 38 KG/CM <sup>2</sup>
50.00	12:19 - 12:21	20	2.27	2.339	12:41	2.28	2.350	SE ABATIÓ PRESIÓN DURANTE EL TIEMPO DE LA PRUEBA A 48 KG/CM <sup>2</sup>
60.00	12:46 - 12:47	20	2.28	2.350	13:07	2.28	2.350	SE ABATIÓ PRESIÓN EN 5 MIN A 55 KG/CM <sup>2</sup> , PRESIÓN FINAL A 53 KG/CM <sup>2</sup>
70.00	13:10 - 13:12	40	2.28	2.350	13:52	2.29	2.350	SE ALCANZA PMPO, SE CONSIDERA ACEPTABLE.
105.00	16:06 - 16:07	20	2.29	2.350	16:27	2.32	2.335	DURANTE EL TIEMPO DE PRUEBA, SE OBSERVÓ ABATIMIENTO DE PRESIÓN A 98 KG/CM <sup>2</sup> ; AL TÉRMINO DE LA PRUEBA, SE OBSERVÓ EN LA PARTE EXTERIOR DE LA TUBERÍA, LA MARCA DE LA MALLA INTERNA TEJIDA DE LA MISMA Y ADEMÁS REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO. SE REGISTRÓ UNA TEMPERATURA DE 35.5° C EN LA SUPERFICIE DEL CARRETE METÁLICO
154.00	16:30 - 16:40		2.32	2.335	16:40			A UNA PRESIÓN DE 147 KG/CM <sup>2</sup> SE PRESENTA FUGA EN LA TUBERÍA Y A 154 KG/CM <sup>2</sup> SE COLAPSA TUBERÍA. EL PUNTO DE FALLA SE PRESENTA JUNTO A UNO DE LOS CONECTORES DE LA TUBERÍA.



# PRUEBA DE LA TUBERÍA



LLENADO DEL SISTEMA PARA REALIZAR LA PRUEBA HIDROSTÁTICA



PRESIÓN DE PRUEBA ALCANZA **PMPO** A 70 KG / CM<sup>2</sup> **ACEPTABLE**



VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN EN EL MANÓGRAFO

**PRUEBA SATISFACTORIA**



UNIDAD DE ACEITE CALIENTE PARA LEVANTAR LA **TEMPERATURA** AL AGUA DE PRUEBA 80°C Y 70KG/ CM<sup>2</sup>

**PRUEBA SATISFACTORIA**



SE ALCANZA PRESION DE 105 KG/CM<sup>2</sup>, SE OBSERVA **MARCA** DE LA **MALLA INTERNA** Y **REDUCCIÓN** DEL **DIÁMETRO**.



SE ALCANZA PRESIÓN DE RUPTURA DE LA TUBERÍA A 154 KG / CM<sup>2</sup> Y 45° C.

**DOS VECES LA PRESION DE DISEÑO**

## CONCLUSIONES

1. EL USO DE TUBERÍAS NO METÁLICAS OFRECE UNA **ALTERNATIVA** PARA LA **REHABILITACIÓN** DE **LÍNEAS** EN CORREDORES QUE PRESENTAN **PROBLEMAS** DE **AFECTACIONES** EN SU DERECHO DE VÍA.
2. LOS **COSTOS** DE **MANTENIMIENTO** SON **MÍNIMOS**.
3. LOS **COSTOS** Y **TIEMPOS** DE **INSTALACIÓN** SE **REDUCEN** CONSIDERABLEMENTE
4. OFRECE **VENTAJAS** A LA **OPERACIÓN**
5. PRÁCTICAMENTE SE **ELIMINA** LA **DEPOSITACIÓN** DE SÓLIDOS
6. OFRECE **VENTAJAS** PARA EL **MANEJO** DE FLUIDOS **ABRASIVOS**
7. EXISTEN **TRES CLASES** DE TUBERÍA DE ACUERDO AL **TIPO DE SERVICIO, PRESIÓN Y TEMPERATURA**
8. LA **TUBERÍA** PUEDE SER **REUTILIZADA** UNA VEZ QUE SE **TERMINA** LA **OPERACIÓN**
9. SE PUEDE **INTERCONECTAR** A CUALQUIER **SISTEMA** DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE
10. OFRECE AMPLIO **COSTO – BENEFICIO** EN **COMPARACIÓN** CON LAS **TUBERÍAS METÁLICAS** DURANTE EL PERIODO DE VIDA UTIL 

## TUBERÍA DE ACERO VS. TUBERÍA NO METÁLICA

	UNIDAD	CANT	METÁLICA	NO METÁLICA
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA	KM	1	\$ 763,922.97	\$ 755,190.00
<b>GASTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
CATÓDICA (CONSUMO Y MANTENIMIENTO AL SISTEMA)	ANUAL	20	\$ 720,000.00	NO APLICA
INSPECCIÓN ULTRASÓNICA	ANUAL	20	\$ 500,000.00	NO APLICA
<b>SUBTOTAL DE MANTENIMIENTO</b>			<b>\$1'220,000.00</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>COSTO KM. TUBERÍA DURANTE SU VIDA ÚTIL</b>			<b>\$ 1,983,922.97</b>	<b>\$ 755,190.00</b>



## TUBERÍA DE ACERO VS. TUBERÍA NO METÁLICA

	Unidad	Cant.	Tub. metálica	Thermoflex
Liberación área de trabajo (10 mts. de ancho)	Km	1	\$ 80,000.00	NO APLICA
Desmante	Ha	1	\$ 8,996.48	NO APLICA
Excavación	m <sup>3</sup>	1,500	\$ 104,685.00	NO APLICA
Corrida de diablo de limpieza	Km	1	\$ 10,000.00	INCLUIDO
Desmantelamiento línea existente	Km	1	\$ 20,000.00	NO APLICA
Suministro, manejo, tendido, doblado, alineado, punteado, soldado y parchado de juntas, de tubería recta de acero al carbono con o sin costura subterránea protegida exteriormente con cemento antiácido monolítico RAM-100 SP Plus o similar a 40 milésimas aplicado por aspersión, incluye transporte de la tubería al sitio de la obra, protección de las juntas soldadas con materiales iguales al aplicado a la tubería de: 4" especificación API-5L grado X42 de 0.337"	Km	1	\$ 467,191.49	\$ 755,190.00
Tapado	m <sup>3</sup>	1,000	\$ 38,050.00	NO APLICA
Trabajos complementarios (cerca, costales arena, achique, etc.)	Lote	1	\$ 35,000.00	NO APLICA
<b>SUBTOTAL CAMBIO DE TRAMO</b>			<b>\$ 763,922.97</b>	<b>\$ 755,190.00</b>
<b>GASTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
Catódica (consumo y mantenimiento al sistema)	Anual	20	\$ 720,000.00	NO APLICA
Inspección ultrasónica	Anual	20	\$ 500,000.00	NO APLICA
<b>SUBTOTAL DE MANTENIMIENTO</b>			<b>\$1'220,000.00</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>COSTO KM. TUBERÍA DURANTE SU VIDA ÚTIL</b>			<b>\$ 1,983,922.97</b>	<b>\$ 755,190.00</b>



# INSTALACIÓN TUBERÍA NO METÁLICA EN TUBERÍA EXISTENTE

**POZO  
SÁNCHEZ MAGALLANES No. 61**



**LÍNEA DE DESCARGA  
3" Ø X 220 MTS**



**LLEGADA A CABEZAL  
DE POZOS**



**INSTALA PATEADORA  
Y DIABLO DE LIMPIEZA**



**INSTALA RECIBO  
DE DIABLO**



**INSTALA  
BOMBA**



**CORRIDA  
DE DIABLO**



**LLEGADA DEL  
DIABLO DE LIMPIEZA**



**PASA LÍNEA  
GUÍA**



### INTRODUCCIÓN DE LA TUBERÍA NO METÁLICA



### AJUSTES E INSTALACIÓN DE COPLES Y BRIDAS



### PRUEBA HIDROSTÁTICA





**GRACIAS**