



Introducción a las Herramientas de Limpieza de Ductos

---

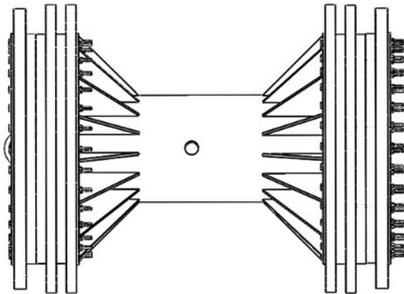
## Índice

<b>I. Definición de Pig o Diablo de Limpieza</b>	<b>Pág. 3</b>
• ¿Qué es y cuál es su funcionamiento?	
<b>II. Historia de Limpieza de Ductos</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>III. ¿Por qué realizar corridas de Limpieza?</b>	<b>Pág. 6</b>
• Ventajas	
<b>IV. Etapas de Uso</b>	<b>Pág. 7</b>
• Construcción	
• Operación	
• Pre inspección	
• Plantas Industriales	
<b>V. Tipo de Pigs o Diablos Utilitarios</b>	<b>Pág. 9</b>
• Polly Pigs (Limpieza, Secado, Sellado)	
• Diablos (Limpieza, Secado, Sellado)	
• Tabla de Referencia	
<b>VI. Condiciones a Considerar</b>	<b>Pág. 11</b>
• Posición de Accesorios	
• Condiciones Operativas	
• Presión	
• Velocidad de flujo	
• Temperatura	
<b>VII. Tipo de Corridas</b>	<b>Pág. 13</b>
• Limpieza Progresiva	
<b>VIII. Principales Problemas</b>	<b>Pág. 14</b>
• Línea Unpiggable	
• ¿Por qué se atora un Pig/Diablo?	
• Restricciones Mecánica	
<b>IX. Información Técnica</b>	<b>Pág. 18</b>
• Programa de Limpieza	

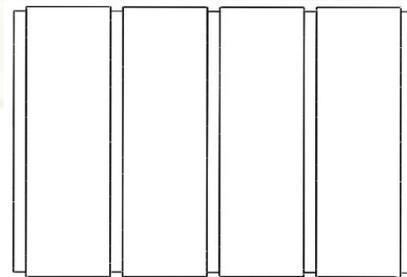
## Definición de Pig o Diablo de Limpieza

### ¿Qué es un Pig?

Los Pigs son dispositivos que se insertan y viajan por la longitud de una tubería, impulsados por el flujo de la misma. Existen dos categorías: los Polly Pigs y Diablos de Limpieza que son elementos de limpieza básicos su función principal es la de limpiar y remover sedimentos dentro de la tubería a recorrer.

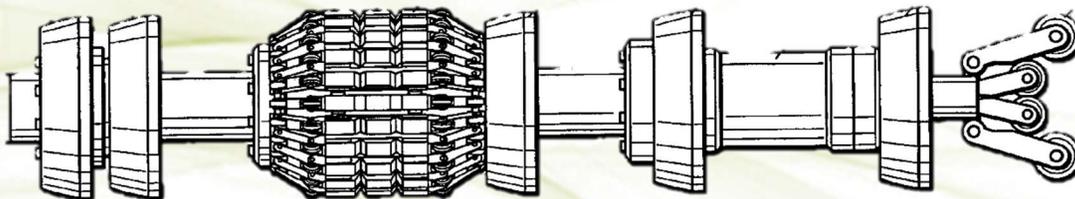


1.1 Diablo de Sello Bi-Direccional



1.2 Polly Pig de Sello Bi-Direccional

La segunda categoría se refiere a diablos o pigs inteligentes o instrumentados los cuales proporcionan información sobre el estado de la línea, así como la extensión y localización de cualquier problema u anomalía en la misma



1.3 ILI Tool

## Historia de la Limpieza de Ductos

La Historia de los Diablos o Pigs como se conocen en E.U.A es siempre interesante y lo más probable es que tenga un gran porcentaje de fantasía, pero siempre es interesante al menos escuchar lo que el mundo de los corredores de diablos reconocen el origen y como se originó este peculiar nombre.

La primera operación de correr un diablo se dice que aconteció alrededor del año 1870, algunos años después de que el Coronel Drake descubriera el petróleo en Titusville, Pennsylvania.

Antes que se usaran tuberías para el transporte, el crudo era transportado a las refinerías en carretones tirados por caballos. Esto era por supuesto muy difícil particularmente durante los meses de invierno debido a las fuertes nevadas y al hielo formado en los caminos, y también a los lodazales en época de lluvia. Para simplificar lo anterior se construyó una línea muy rudimentaria. Después de un año de transportar el crudo, por supuesto que comenzaron a notar disminución en la cantidad de crudo transportado y el aumento en la presión de las bombas lo cual indicaba claramente que había fuertes depósitos en el interior de la tubería. Se intentaron muchas cosas para mejorar esta situación. Se pensó en ese entonces en un montón de trapos amarrados en forma de bola, y esto dio resultados positivos, aunque modestos. Después los montones de trapos fueron sustituidos por tiras de cuero hechas también bola. El cuero cuando se mojaba. Se hinchaba provocando un sello más ajustado en el tubo y con ello realizando un mejor servicio.

También suena razonable pensar que en aquel entonces eran tuberías de diámetros pequeños en el rango de 4"-6". También es poco probable que se les llamara Pigs como ahora se les conoce. En ese entonces se usaba un término "go-devil" o diablo y quizá de ahí se derivó el término "Diablo" usado por nosotros.

Se dice también tratando de explicar por qué se les llama Pigs o Marranos, que la herramienta al correr por la tubería equipado con discos y raspadores metálicos, emiten un ruido o chirrido parecido a un "cochino atorado", también podemos imaginarnos al "pobre diablo" al salir de una corrida completamente cubierto de parafina y lodo, debió parecer un auténtico marrano (por lo sucio)

El mero hecho de llamarlo Pig o "Marrano" el cual no deja de ser un término un tanto despreciativo o quizá curioso, al menos en esos tiempos no se tomaba muy en serio a ese tipo de herramientas y mucho menos como una pieza de ingeniería. Por supuesto las cosas han cambiado mucho y en formas por demás dramáticas. Los diablos instrumentos de hoy, utilizan tecnologías de punta y aun así quisiéramos que hicieran muchas más cosas.

---

## Los Primeros Años

Seguramente no tomo demasiado tiempo a los operadores de aquellos años el darse cuenta que un diablo o marrano construido con discos y raspadores funcionaba con más efectividad que aquella bola de trapos hechos bola, aunque se le enredaba alambre de púas para raspar mejor. Así pues, los diablos fabricados a propósito funcionaban mejor a medida que las líneas se hacían más largas y de mayores diámetros.

En esos años los sistemas de colección de gas y los correspondientes problemas de condensación necesitaron de algo que, en lugar de raspar, arrastraran el condensado por los diferentes circuitos, de estos requerimientos específicos comienza una nueva era para el desarrollo de nuevas herramientas.

Cuando AMF Tuboscope corrió el primer diablo instrumentado comercialmente viable en 1965, dio principio a una nueva era para la industria de los diablos. Desde ese momento se hizo necesario marcar claramente la diferencia entre un diablo convencional usado para la limpieza y un diablo instrumentado usado para recoger información.

El diablo Linalog de AMF se utiliza para detectar corrosión y después de un corto tiempo, TD Williamson anuncio si diablo kaliper para detectar golpes, arrugas y otras reducciones de diámetro. Tanto el diablo Linalog como Kaliper pasaron por un largo proceso de desarrollo antes de su introducción. Ahora con casi 35 años de posterior desarrollo y experiencia cuentan con nuevas tecnologías.

En los Últimos años ha habido un dramático aumento en el número de diablos instrumentados y servicios disponibles. Cuanto menos existen ocho diferentes tipos de diablos para pérdida de metal/corrosión, cinco de geometría y muchos otros como: detección de fisuras. Inspección (video/fotografía), curvaturas, fugas, medición de depósitos de parafina, muestreos etc

---

## ¿Por qué Correr Pigs?

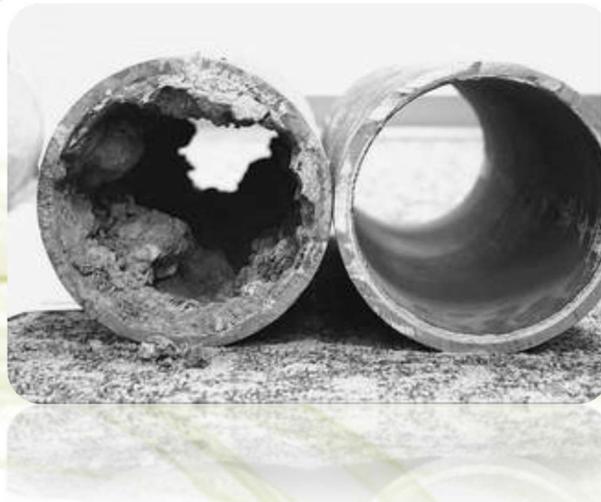
### **Proteger activos y Optimizar Eficiencia**

En algunas ocasiones recurrimos a las corridas de diablos cuando un problema resulta demasiado aparente y no se tiene otra alternativa, claro cuando se alcanza este punto, la mayor parte de las veces es demasiado tarde y los daños pueden llegar a ser cuantiosos. El uso de los diablos idóneos en concordancia con la aplicación de los programas adecuados, lograra siempre mantener la integridad de la línea y en óptimas condiciones de eficiencia.

### **Obtener el Caudal de diseño con la mínima inversión de capital y con los costos más bajos de operación.**

No solo es importante diseñar y construir una línea basada en operación continua y optima eficiencia, pero hay que mantenerla siempre así, los diablos juegan un papel de primordial importancia en el cumplimiento de ello.

#### 1.4 Condición Vs Resultado



---

## **Etapas de Uso**

Los Primeros diablos eran utilizados para remover depósitos de parafina o basura acumulada en el interior y restaurar y mantener el flujo de la misma hoy por hoy, se requiere correr pigs en cada fase de la vida de la línea y las razones son:

### **Durante la Construcción**

Eliminar la basura de construcción del interior de la línea.

Pruebas de aceptación (llenado y vaciado de agua)

Entrega (Puesta en marcha)

### **Durante la Operación**

Remoción de condensados

Separación de productos (Bacheo)

Aplicación de inhibidores

### **Para Inspección**

Verificar daño físico (Geometría)\***Instrumentado**

Detectar corrosión, laminaciones o fisuras \***Instrumentado**

Muestreos

### **Mantenimiento General y Reparación.**

Limpieza previa al diablo instrumentado.

Vaciado

Empaque

### **Reparación/Rehabilitación**

Aplicación de recubrimientos.

Limpieza Química

Remoción de óxido.

## **Consideración**

Al considerar cualquiera de las aplicaciones indicadas con anterioridad, no hay que olvidar que cada línea es diferente y podríamos decir que cada línea tiene diferentes características como diferente diámetro, longitud, contenidos, geometría, operan bajo condiciones distintas de temperatura y presión, varía el espesor y muy probable su operación es regida por distintos lineamientos.

Lo anterior nos indica que la selección de los programas de corridas de pigs, así como la selección de los pigs debe ser planeada para caso en particular tomando en cuenta las necesidades particulares y características de operación de cada línea

## **Construcción**

Las corridas de pigs son parte integral de la etapa de construcción de una tubería. la primera aplicación es cuando el contratista corre un pig de limpieza en secciones cortas de la línea para eliminar basura que siempre queda al soldar las secciones de la tubería

El tipo de pig que se debe usar dependerá de varios factores asociados con la línea como diámetro, longitud, topografía del terreno, si es costa afuera o terrestre y condición de terreno arenoso, rocoso etc.

Sin embargo, el trabajo de un pig de construcción siempre es pesado y a menos que la línea este recubierta internamente, se debería utilizar cepillos. No se debe olvidar que normalmente se requiere más de una corrida para realizar un buen trabajo.

## **Operación**

Las corridas de mantenimiento general a menudo no son tomadas con la seriedad que se se debería tomemos en cuenta que esta son de vital importancia dado que con ello garantizamos mantener nuestro flujo y podríamos mantener en estas condiciones consecuentes a lo largo de la vida de nuestra línea.

Los principales objetivos de estas corridas de mantenimiento son para la remoción de parafinas, polvos de óxido, eliminación de agua por efecto de condensación, otras aplicaciones para estas corridas son la separación entre productos en la misma línea y aplicación de inhibidores de corrosión.

## **Plantas Industriales**

En las corridas de limpieza en plantas industriales los principios no son distintos a los que rigen en cualquier operación de corrida, sin embargo, hay algunos puntos que es necesario destacar.

Las plantas industriales normalmente no cuentan con dispositivos de lanzamiento ni recibo de diablos. Las tuberías no están diseñadas para correr pigs y con frecuencia existen impedimentos físicos para poder llevar acabo las corridas.

## Tipos de Pigs/Diablos

### Pigs/Diablos

A) Limpieza: Para remoción de solidos acumulados



1.5 Modelo LP-UPC-XX

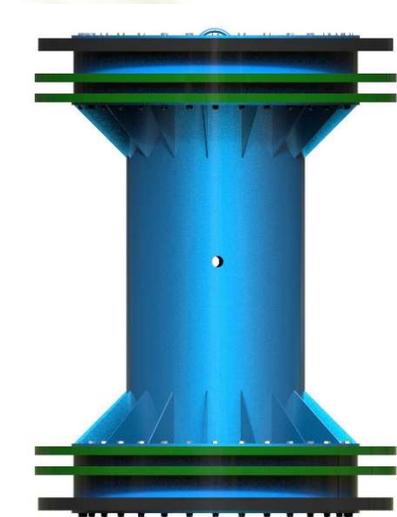


1.6 Modelo LP-HH-XX

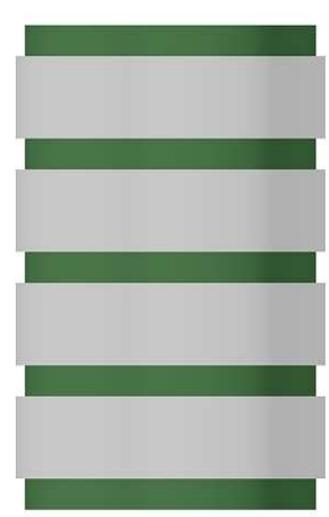


1.7 Modelo LP-MX-XX

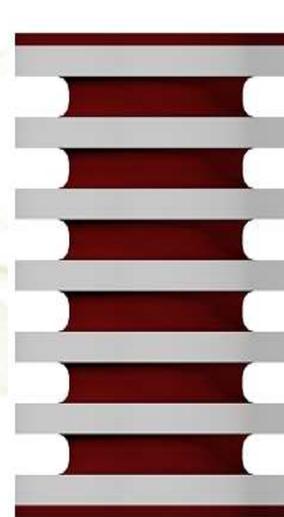
B) Sellado: Para remoción de líquidos acumulados, separación de productos, llenado y vaciado de línea



1.8 Modelo LP-BD6-XX



1.9 Modelo LP-US-XX



1.10 Modelo LP-DP-XX

**C) Secado:** Para remoción y absorción de líquidos acumulados, para lograr el Punto de Rocío requerido.



1.11 Modelo LP-MB -XX



1.11 Modelo LP-LB -XX

### La Importancia del Mantenimiento

La tubería requiere un plan de mantenimiento donde el costo de reparación, no tiene comparación con el bajo costo por mantener un programa de limpieza el cual cuenta con las siguientes ventajas: fácil, bajo costo y eficaz para mantener el flujo del producto.

Esto sin tomar en cuenta que la buena elección y el buen procedimiento operativo en las corridas de pigs hacen a este método el más factible y con ello extender la vida útil de cualquier línea

### Tabla de Referencia

Tipo de Pig	Residuos				
	Arena	Laminación	Polvos	Parafina	Agua
Esponja (Baja Densidad)	Regular	Malo	Malo	Malo	Regular
Polly Pig (Mediana y Alta Densidad)	Bueno	Malo	Regular	Malo	Regular
Polly Pig y Diablo Bidireccional (LP-DP Y LP-BD6)	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Excelente
Polly Pig Raspador (LP-MW Y LP-HW)	Malo	Regular	Regular	Excelente	Malo
Polly Pig y Diablo de Cepillos (LP-HH Y LP-UPC)	Malo	Bueno	Excelente	Malo	Malo
Esfera	Malo	Malo	Regular	Malo	Regular

1.12 Tabla de referencia en Base a Los residuos que puede presentar una línea y el rendimiento de cada tipo de Pig

---

## Condiciones a Considerar

### Condiciones de Operación

El producto transportado en la línea sin lugar a dudas juega un muy importante papel al seleccionar el pig que se va usar. Si el producto es alimenticio o farmacéutico, esto puede influir en el diseño del diablo

Si los diablos se van a reutilizar, el producto afecta las decisiones a este aspecto. Los Polly Pigs por ser de naturaleza celular, absorben el producto y es casi imposible limpiarlos. Si el producto es inflamable o de olor molesto.

### Presión

La mayoría de los pigs utilitarios se fabrican de materiales normalmente considerados sólidos y por lo tanto la presión no los afecta. Los diablos Polly Pigs se fabrican de poliuretano celular y por lo tanto la presión no los afecta y

Los diablos instrumentados sin embargo cuentan con compartimentos donde alojan los instrumentos y por consiguiente tienen sellos que tienen que ser compatibles con el producto manejado. Estos diablos están diseñados para resistir la presión de trabajo de las corridas.

Hay fabricantes que especifican presión mínima de operación. Esta limitante normalmente se aplica para corridas con gas o con aire. Cuando un diablo corre en baja presión gaseosa se puede detener con frecuencia debido a obstrucciones menores (ovalidad, curvas o soldaduras) En este caso la presión va aumentando hasta que puede vencer el obstáculo y entonces acelera instantáneamente alcanzando muy alta velocidad hasta disipar la energía o encontrar otro obstáculo. Esto puede resultar peligroso y se debe evitar

A veces se recurre a presurizar la línea y correr el diablo desfogando a la atmosfera al final de la línea, pero manteniendo un colchón de aire al frente para evitar accidentes

### Temperatura

los elementos de poliuretano se pueden usar entre 0 y 82° C lo cual no representa peligro en la gran mayoría de los casos.

Hay que recordar que el poliuretano se hidroliza y por ello no se debe almacenar en condiciones de humedad a temperaturas cercanas a los 60°C. Naturalmente existen alternativas para casos especiales

## Velocidad de Flujo

La mayoría de las operaciones de limpieza, desplazamiento, bacheo, etc. se efectúan con la línea en servicio y por lo tanto a la velocidad del producto en la línea.

El trabajo de los diablos es más efectivo cuando viaja a velocidad constante y no cuando viajan en un régimen de constantes arranques y paros. Tampoco el trabajo es muy efectivo a muy altas velocidades. Sin embargo, en etapa de construcción este factor no es muy controlable y la eficacia varía.

**Nota: Si la presión diferencial es excesiva, claramente esto provocará un excesivo desgaste especialmente en un ambiente seco o abrasivo**

**La velocidad en la línea de gas no es muy constante “Perfil de velocidad inestable”  
Rápida aceleración, seguida de altas velocidades y paros repentinos, dado que el gas es un fluido compresible Masa-resorte-amortiguador**

**El control de velocidad es primordial para garantizar el rendimiento de los elementos de limpieza**

1.13 Solo para fines de referencia se dan los siguientes valores típicos

Aplicación	Velocidad (Km/hr)
Construcción	5--8
Gas	8--20
Líquidos	3--15

Estas son cifras de referencia y deben ser usadas con prudencia para evitar deterioro de los materiales particularmente en gas seco con alta velocidad se puede presentar sobre calentamiento e histéresis.

Es importante notar que a medida que aumenta la velocidad, disminuye la presión diferencial y como es la presión diferencial la que fuerza los sellos contra la pared del tubo para hacer un trabajo efectivo, es solamente lógico pensar que altas velocidades no rinden la efectividad óptima.

En el caso de los diablos instrumentados necesitan moverse a velocidad controlada. Esto debido a las limitaciones que impone la toma de datos y el procesamiento de los mismos. En la mayoría de los casos la velocidad es de 3-12 Km/hr. Este rango es muy recomendable también para diablos utilitarios.

## Limpeza Progresiva

El termino se utiliza para describir el proceso de ejecución de una batería de pigs que aumenta progresivamente iniciando con bajas densidades, seguida de medianas densidades y/o aumento en los diámetros de las herramientas de limpieza y con el principal propósito de eliminar los depósitos en la longitud de una tubería.

### Datos a considerar

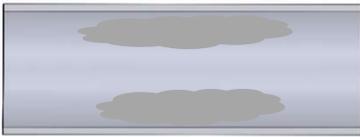
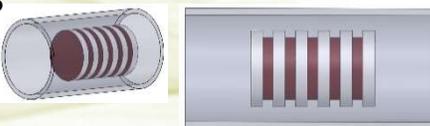
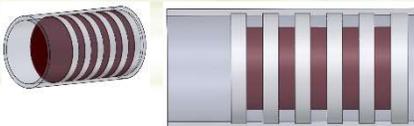
\*Producto (Crudo, gas natural, productos refinados)

\*Cuervas, válvulas, tees, diámetro, longitud y producto trasportado

\*Lanzadores y receptores, manómetros, válvulas

Nota: Tomar en cuenta que esto es una guía y cada tubería es diferente en condiciones mecánicas y operacionales

1.14 Tabla de Programa Progresivo de Limpieza

1		<p><b>Prueba de flujo</b> Es la diferencia entre el volumen de entrada con respecto al volumen de salida y brinda una idea del grado de obstrucción</p>
2		<p><b>Pig de Prueba (Inspección)</b> Su función es determinar el tamaño y cantidad de elementos de limpieza a utilizar</p>
3		<p><b>1er Corrida</b> La función es la de remoción de la obstrucción gradualmente aumentando progresivamente los diámetros de los elementos así como densidades</p>
4		<p><b>Última Corrida</b> Se efectúa un barrido con un elemento de limpieza correspondiente al diámetro de la línea y se realiza la inspección final de 0 residuos.</p>
5		<p><b>Prueba Final de Flujo</b> Comparativa de presiones y flujos antes y después de la corridas así como el Flujo de Diseño.</p>

## Principales Problemas

### 1. Tuberias no Piggiables

#### ¿Por qué no son piggiables las líneas?

1. No cuentan con trampas de envío y recibo
2. Válvulas de puerto reducido
3. Uniones mayores a 10° (Juntas)
4. Conectores de derivación instalados erróneamente (Tees-Y)
5. Cambios de diámetro mayores a 2 in
6. Bajas presiones y bajos flujos operacionales

**Nota: las dos principales razones son por problemas en válvulas y radios de curvaturas para los cuales se encuentran varias soluciones disponibles**

### 2. ¿Por qué los pigs se atoran y como evitarlo?

- I. No se toma importancia en las restricciones mecánicas (tees, codos, tipo de válvulas etc)
- II. Tamaño incorrecto en elementos de limpieza (discos-copas)
- III. Válvulas no cuentan con paso libre
- IV. Información insuficiente (curvas de campo, cambios de espesor)
- V. Correr dos herramientas de limpieza sin suficiente espacio entre ellos
- VI. Alta fricción
- VII. Sello insuficiente
- VIII. Nariz debajo de herramienta en su parte frontal
- IX. Accesorios distribuidos erróneamente
- X. Baja velocidad de corrida
- XI. Posible falla mecánica de ducto (ovalidad, abolladura, varillas transversales, rejillas)

### **3. Restricciones Mecánicas**

#### **Codos, Curvas y Cambios de Dirección**

Los codos con radio de curvatura relativamente corto deben ser de fábrica y normalmente son forjados a diferentes radios estándar. El radio de los codos se mide a su línea de centro.

El radio más pequeño es el denominado de 1D de curvatura conocido también como codo de radio corto, esto significa que el radio de curvatura es equivalente al diámetro nominal de la tubería, otras denominaciones son de 1.5D y 3D que son considerados codos de radios largos.

Desde el punto de vista de corridas de diablos, se deben evitar los codos 1D y para los codos de 1.5D lo más recomendable es correr Pigs esféricos.

Las recomendaciones generales para codos son las siguientes:

10D para 4in y menores

5D para 6in-12in

3D para 12-Mayores

**Nota: Cuando se ordenan diablos, es necesario hacer notar estos detalles como el tipo de codos y su diámetro interior**

#### **Curvas de campo**

Es natural que, en el proceso de tender una línea, la tubería se tenga que doblar para seguir los accidentes del terreno por el cual pasa. Este tipo de curvas en algunas partes se les llama curvas frías y se forman con máquinas dobladoras

Si no se utiliza una maquina dobladora, es posible que no haya uniformidad en los radios y resalte en una serie de artistas que podrían hacerlo inaceptable para correr diablos. Es por lo tanto importante que estas curvas sean de radio uniforme, no tengan partes planas u otras deformaciones. Para corrida de diablos se recomienda que estas deformaciones no excedan el 2 o 3% del diámetro del tubo.

#### **Codos Mitrados**

Los codos mitrados se fabrican cortando el tubo a un ángulo determinado para alcanzar el cambio de dirección deseado. En términos generales este tipo de arreglos se deben de evitar, pero cuando se tengan que hacer, el ángulo no debe exceder 3°. Una curva hecha con una serie de juntas mitradas es totalmente inaceptable en casi cualquier tubería. Siempre que existan codos o cambios de dirección fabricados por este método, se debe hacer notar al fabricante de diablos para que tome en cuenta lo anterior.

## **Tees**

La mayoría de los diablos convencionales son capaces de pasar por tees con salida hasta un 70% del diámetro nominal de la línea y los diablos instrumentados, por lo general hasta un 60%. Sin embargo, es siempre recomendable instalar barras guía en toda salida de tee con más de un 50% del diámetro nominal de la línea. Esto no solo evita que el diablo tienda a clavar un poco la nariz en la salida, pero también ayuda a guiar cualquier aditamento que traiga el diablo como cepillos, etc.

Es muy importante que las tees no se coloquen una seguida de otra. La recomendación es que debe existir cuando menos una distancia equivalente a tres diámetros entre conexiones.

## **Tees con Barras Guía**

Como se había mencionado con anterioridad, cualquier salida de tee que salga mayor del 50% del diámetro nominal de la línea debe tener barras guía para ayudar al diablo a pasar sin dañarse por ese punto.

Las barras deben ser lo suficientemente robustas ya que pueden estar sujetas a choques bruscos causados por el paso de los diablos con cepillos u otros accesorios y si las barras se llegan a romper o a sobresalir hacia el diámetro interior del tubo, pueden causar daños o el hacer que el diablo se atore.

Las barras deben de instalarse paralelas al eje de flujo y espaciadas al menos 2" para tees de digamos 8" x 4" hasta 4" para tees mayores (30"x30"). Es importante notar que para 12" y mayores es necesario reforzar las barras con otras en ángulo recto a las barras guía.

## **Válvulas**

Se dice que las válvulas son la causa más común por problemas de los diablos. Es de primordial importancia contar con válvulas de "paso completo" pero si son de bola, deben de ser sólidas y no cuenten con hueco. Las válvulas de compuerta, deben ser del tipo que no tenga huecos, asientos u otros elementos que impidan el paso suave de los diablos. Por supuesto la entrada y la salida deben de ser concéntricas.

La válvula ideal, desde el punto de vista de los diablos, es aquella que tenga un diámetro lo más semejante al diámetro interior del tubo y lo más pulido posible. Esto ya es bastante común en las válvulas de bola y de compuerta.

El diseño de los diablos es tal que pueden pasar por la mayoría de las válvulas, pero en el caso de que la válvula tenga abertura menor, limita el tipo de diablos que se pueden utilizar y se tiene que conocer esa característica. En este caso, el diablo se diseña haciendo un compromiso entre la habilidad de pasar por un orificio más pequeño y la eficacia misma del diablo.

---

En el caso de tener válvulas instaladas o que se tenga que usar del tipo de cuña, es importante conocer el tamaño del espacio entre los anillos de asiento, para seleccionar el diablo correcto.

Es importante no confundir los términos “paso completo” con “flujo completo” por lo que hay que estar seguros de lo que se requiere.

Si por alguna razón técnica es imposible que coincidan los diámetros, se debe contar con una transición suave de no más de 1:5 (30°). Se requiere asegurarse de que las válvulas y en particular las equipadas con actuadores, abran totalmente, ya que, si se patea un diablo con válvulas semiabiertas, o sobreabiertas puede dañar los diablos y a la válvula.

Los diablos instrumentados son mucho más limitados en cuanto a lo “tolerantes” para ese tipo de situaciones. Es evidente que las válvulas de mariposa no son aceptables para instalarse en estas líneas.

### **Válvulas Check**

Por la naturaleza de su diseño, este tipo de válvulas requiere un espacio interior mayor que el diámetro interior de la tubería, Esta condición aunada al hecho de que el diablo debe ser capaz de empujar la compuerta para darse paso, hace que el diseño del diablo tenga que tomar en cuenta

Estos factores por una parte para no perder el sello a su paso por la válvula y además de tener que empujar la compuerta para abrirla sin atorarse. Existen diseños de estas válvulas para ayudar al diablo a pasar sin dificultad y además tienen guías para hacerlos más fácil.

### **Posicionamiento de los Accesorios.**

Con frecuencia una línea se diseña con todos los componentes individuales adecuados para poder correr diablo, pero instalados en forma errónea dado que hacen la línea inadecuada para este efecto Un ejemplo de lo anterior y que se ve con mucha frecuencia es tener dos tees colocadas una seguida de la otra y dando por resultado que el diablo puede perder el sello y detenerse.

---

## Información Técnica

### Programa de Limpieza

El costo de cualquier paro, incluso sin derrames y otras pérdidas consecuenciales, junto con los altos costos de reemplazo prematuro, es razón suficiente para asegurar que un programa de limpieza es una parte esencial de la tubería moderna. Es vital asegurar que los pigs y los procedimientos seleccionados para una tarea determinada, sean los óptimos, y es aquí que la mayoría de los operadores se enfrentan a una pregunta difícil: ¿Cuál es el modelo óptimo?

### El proceso de selección

Como con cualquier proceso de selección lógica, el primer requisito es establecer el objetivo, primero debe ser alcanzable. También debe definirse de forma que el progreso pueda ser medido y que su logro final puede ser comprobado. Por desgracia, la limpieza de ductos todavía no es una ciencia exacta, por ello seguirá presentando algunas dificultades.

### Propósito

- a) ¿Cuál es la sustancia a desplazar (Eliminar)?
- b) ¿Dónde está la sustancia radialmente en sentido longitudinal (si se conoce)?
- c) ¿Cuál es el volumen estimado a retirar?
- d) ¿La sustancia a retirar presenta algún peligro?

### Contenido

- a) ¿Cuál es el producto mientras se realizará la Limpieza?
- b) ¿Cuál es la presión de conducción disponible?
- c) ¿Cuál es la velocidad flujo Disponible?
- d) ¿Cuál es el perfil de temperatura?

## La Tubería

- a) ¿Cuál es el material de la tubería?
- b) ¿Cuál es el mínimo y el máximo diámetro interior?
- c) ¿Cuál es el perfil de elevación de tuberías?
- d) ¿Cuál es la distancia máxima que el pig recorrerá en la corrida?
- e) ¿Cuál es el radio de curvatura mínimo en la línea?
- f) ¿Cuál es el ángulo de la curva (s)?
- g) ¿Cuál es el diámetro interior de cada (T)?
- h) ¿En caso de contener tees guiadas? ¿Cuál y cuáles son las separaciones de las guías?
- i) ¿Qué tipo / marca / modelo son las válvulas?
- j) ¿Hay otras características que podrían ser pertinentes?

## Propósito

### a) ¿Cuál es la sustancia a desplazar (Eliminar)?

Si es un líquido, a continuación, un pig de sellado puede ser considerado. Si es un sólido duro, entonces cepillos pueden ser necesarios.

### b) ¿Dónde está la sustancia radialmente en sentido longitudinal (si se conoce)?

Aunque, el agua tiende a acumularse en la parte inferior de la línea, esto no siempre es la zona del principal problema. La respuesta a esta pregunta es puede influir en la decisión de realizar un seguimiento de un cerdo, y dónde concentrar las actividades

### c) ¿Cuál es el volumen estimado a retirar?

las instalaciones deben ser capaz de manejar los volúmenes esperados. En ocasiones es probable que supere lo que se puede manejar, o que pudieran bloquear la línea.

### d) ¿La sustancia a retirar presenta algún peligro?

Algunas sustancias no sólo son perjudiciales si se inhalan o se tiene contacto con la misma, pueden reaccionar al entrar en contacto con el aire o el agua. Algunos escombros podrían resultar radiactivos, se deben tener en cuenta los procedimientos adecuados para que se realice un análisis profesional establecido, y tomar las precauciones adecuadas.

---

## Contenido

### a) ¿Cuál es el producto mientras se realizará la Limpieza?

Existen diferencias entre un gas y un líquido las cuales son muy significativas es por ello que no se debe de pasar por alto la importancia de esta información para determinar el elemento de limpieza óptimo para cada producto.

### b) ¿Cuál es la presión de conducción disponible?

Está claro que es importante asegurarse de que haya suficiente presión disponible para conducir el pig. Sin embargo, también será útil para la planificación de contingencia para saber el diferencial máximo disponible para que los procedimientos alternativos pueden idearse en caso de problemas

### c) ¿Cuál es la velocidad flujo Disponible?

La respuesta a esta pregunta es fundamental para un equipo instrumentado, pero es igualmente importante para los pigs utilitarios. La situación de "freno y arranque" que se enfrenta en la limpieza de los gasoductos de baja presión deben ser evitados, dado que, la velocidad tiene un efecto importante sobre el rendimiento de un pigs

### d) ¿Cuál es el perfil de temperatura

En las líneas de crudo particularmente esto determinará donde se podrían contener los depósitos de parafina. En las líneas de gas también, la temperatura puede afectar.

## La Tubería

### a) ¿Cuál es el material de la tubería?

Esto, obviamente, será una de las primeras preguntas antes de una encuesta para pigs instrumentados, pero puede ser importante para los pigs utilitarios, dado que la superficie interna afectará a el tipo de materiales de limpieza que se podrían utilizar dado que los diámetros interiores en tubería de acero al carbón no corresponden a los mismo en tubería de polipropileno.

### b) ¿Cuál es el mínimo y el máximo diámetro interior?

El diámetro nominal no es generalmente el diámetro del cual depende la selección del diámetro del pig. Es el ID que determina el diámetro del pig, no el tamaño nominal de la tubería.

**Nota: Tomar en cuenta el ID de los codos y tees.**

### c) ¿Cuál es el perfil de elevación de tuberías?

Esto puede resultar especialmente útil en la selección de sitios de rastreo, así como lugares conflictivos probables. Esto también actuará como un doble control para determinar si la presión disponible es la adecuada. Los líquidos se encuentran en los puntos bajos, pero también en los puntos altos no se encuentran, con ello se pueden obtener presiones negativas y velocidades muy altas. Esto es especialmente crítico para herramientas instrumentadas, que a menudo necesitan velocidades controladas.

### d) ¿Cuál es la distancia máxima que el pig recorrerá en la corrida?

De nuevo, esto no es solo crítico para herramientas instrumentadas, sino también determinan cosas tales como la forma de copa y el número de copas, (por consideraciones de desgaste) en pigs utilitarios.

### e) ¿Cuál es el radio de curvatura mínimo en la línea?

Esto se expresa generalmente en diámetros de tubo y se mide de la línea central de la tubería, 3D es el mínimo deseable, pero muchos pigs pueden negociar 1.5D, curvas de radios menores deberían ser evitadas a toda costa, pero si las hay, deben ser medidos con cuidado, ya que es probable que un pig tendría que ser hecho a medida para esta situación.

### f) ¿Cuál es el ángulo de la curva (s)?

La mayoría de curvas son de 45 ° o 90 °, pero las curvas de campo pueden tener otros ángulos y algunas curvas realmente pueden superar los 90 °

### g) ¿Cuál es el diámetro interior de cada (T)?

Esto es importante a fin de asegurar que el pig no se clave en ella y se atasque dado a la pérdida de sello.

-----  
-----

**h) ¿En caso de contener tees guiadas? ¿Cuál y cuáles son las separaciones de las guías?**

Claramente esto determinaría el elemento a utilizar y revisar que las aberturas de las reguillas de las tees este conformé al estándar para evitar posibles problemas de atoramiento.

**i) ¿Qué tipo / marca / modelo son las válvulas?**

Las válvulas bolas generalmente no presentan problemas, pero las válvulas de compuerta y válvulas de retención podría ocasionar complicaciones dado que, cualquier hueco debido a los anillos de asiento o cualquier receso en el tazón debe ser cuidadosamente considerado, ya que es en estos puntos donde el pigs podría perder su sello y puede llegar a ser "enganchado" y por lo tanto atascado.

**j) ¿Hay otras características que podrían ser pertinentes?**

En estos se podría incluir si en la longitud de la línea a recorrer hay cambios de diámetro considerables o mayor de 2 in, esto podría resultar en un problema y por consiguiente sería un tema a considerar.

**Selección del Pig**

No es de extrañar que, con el desarrollo que se extiende por más de 100 años y una lista cada vez mayor de necesidades, ahora tenemos alrededor de más de 300 tipos diferentes de elementos de limpieza. Sin embargo, como se mencionó en la sección anterior los pigs utilitarios se pueden dividir a grandes rasgos en dos grupos:

1. Los destinados a la limpieza de una línea mediante la eliminación de los depósitos o residuos sólidos o semi-sólidos, que se conocen como los pigs de limpieza
2. Aquellos destinados a proporcionar un buen sellado, ya sea con el fin de barrer líquidos contenidos en la línea, o para actuar de interfaz entre productos no similares dentro de la misma tubería. Estos pueden ser referidos como los pigs de sellado

---

**Cada uno de estos dos grupos (limpieza y sellado) están dentro de cuatro formas diferentes.**

- (A) Diablos Metalicos:** que se ensamblan a partir del número de partes y componentes y para los cuales hay piezas de remplazo de los cuales se encuentran disponibles en la mayoría de los diámetros.
- (B) Polly Pigs:** que se moldean a partir de espuma de poliuretano con diversas configuraciones como, tiras de de poliuretano y / o cerdas de alambre, etc unidos de forma permanente a los mismos. Estos también están disponibles en la mayoría de los diámetros.
- (C) Diablos de Poliuretano:** que se moldean en una sola pieza, por lo general a partir de poliuretano elastómero Estos pigs son normalmente en tamaños hasta aproximadamente 12 pulgadas.
- (D) Esferas:** estos elementos de limpieza cuentan con un uso muy específico y es para arreglos que corresponden a cuervas de 180° y con ello poder realizar un barrido y limpieza específico para esta configuración.

## **Referencias.**

**First Edition An Introduction to Pipeline Pigging-Pigging Products & Services Association and Jim Cordell/Hershel Vanzant**

**Third Edition Pipeline Pigging & Integrity Technology-John Tiratsoo**

**Second Edition Pipeline Pigging Technology-J.N.H. Tiratsoo**

**Fourth Edition Pipeline Pigging & Integrity Technology-John Tiratsoo**