



SISTEMAS DE PRUEBA

PROBADORES

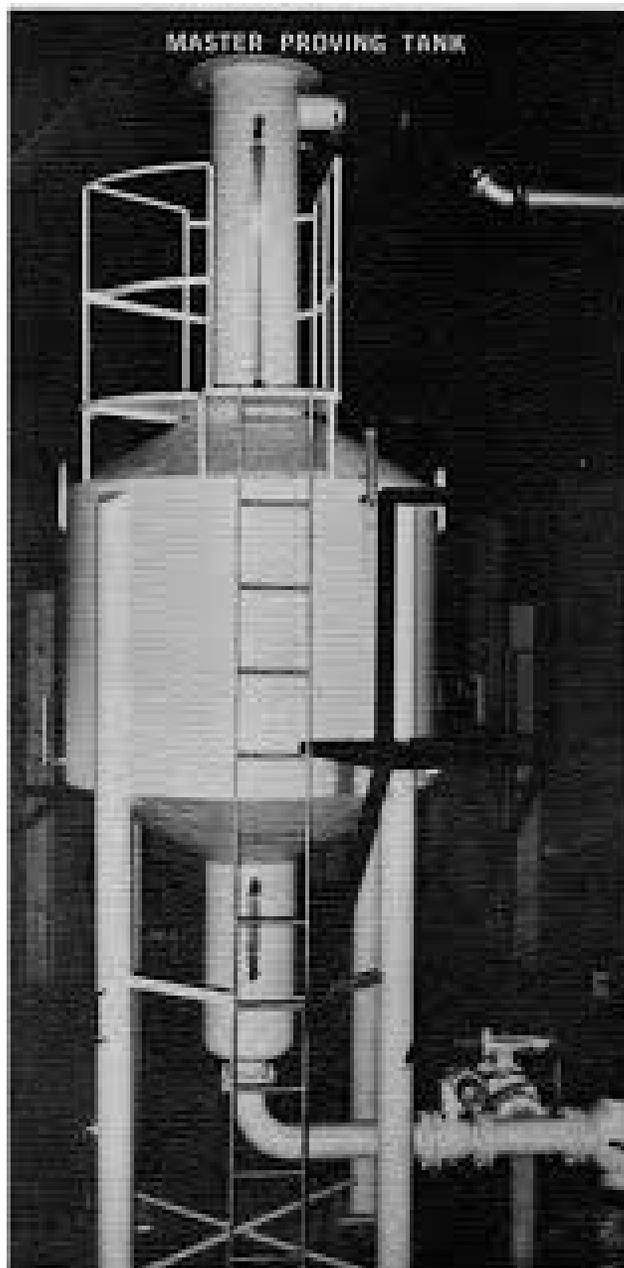
Ing. Horacio L Di Salvatore
22 y 23 de Agosto 2024

Definición de Probadores

Los probadores de medidores se definen como abiertos o cerrados de "volumen conocido trazable" (NIST;API;PTB;NMI;NEL;OIML;INTI;etc), que se utilizan como referencia volumétrica estándar para la prueba de medidores en condiciones reales de operación.

Tipos de Probadores Convencionales

- ✓ **Probador Tanque Volumétrico:** Como su nombre lo indica, este probador es un tanque calibrado o recipiente con un indicador visual y una escala para leer un volumen medido. El flujo debe ser detenido para determinar el volumen.
- ✓ . **Probador Unidireccional:** (Probador tipo tubo): Un probador del tipo desplazamiento mecánico con el flujo y el desplazador viajando siempre en una dirección, por medio de una cámara de intercambio o transferencia



Tanque Probador Portátil

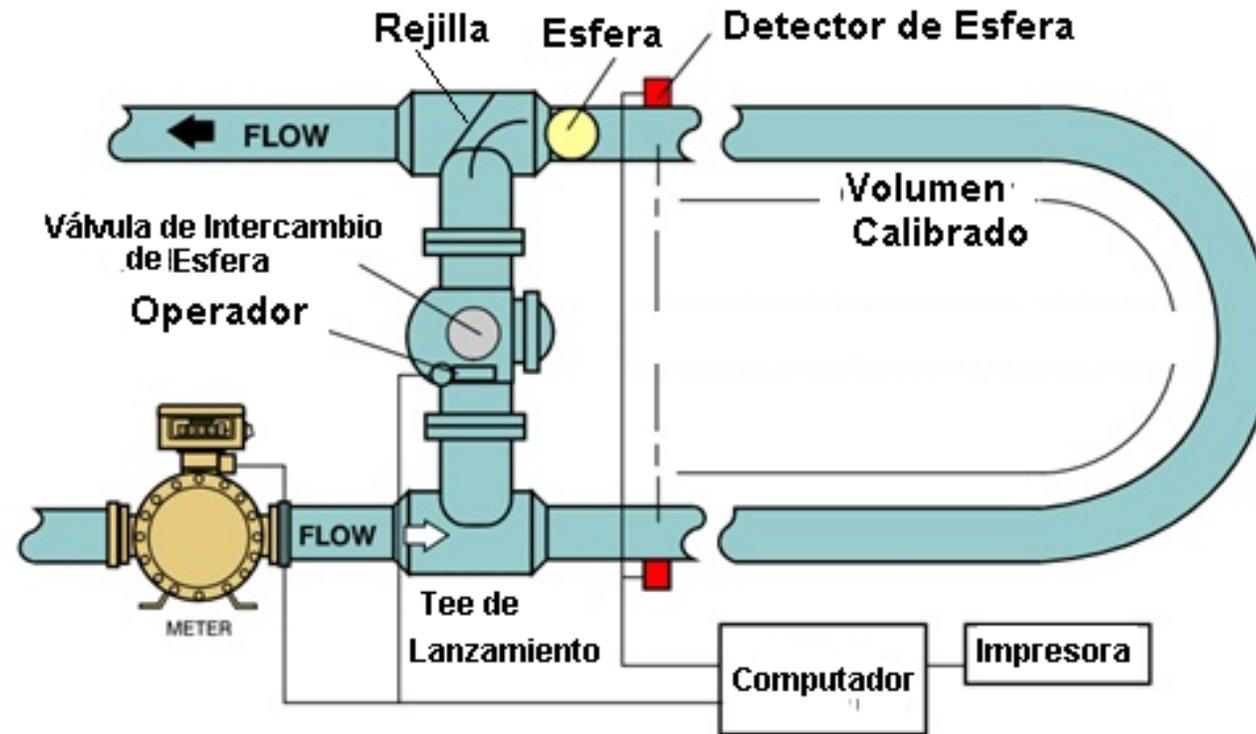

OILSTONE



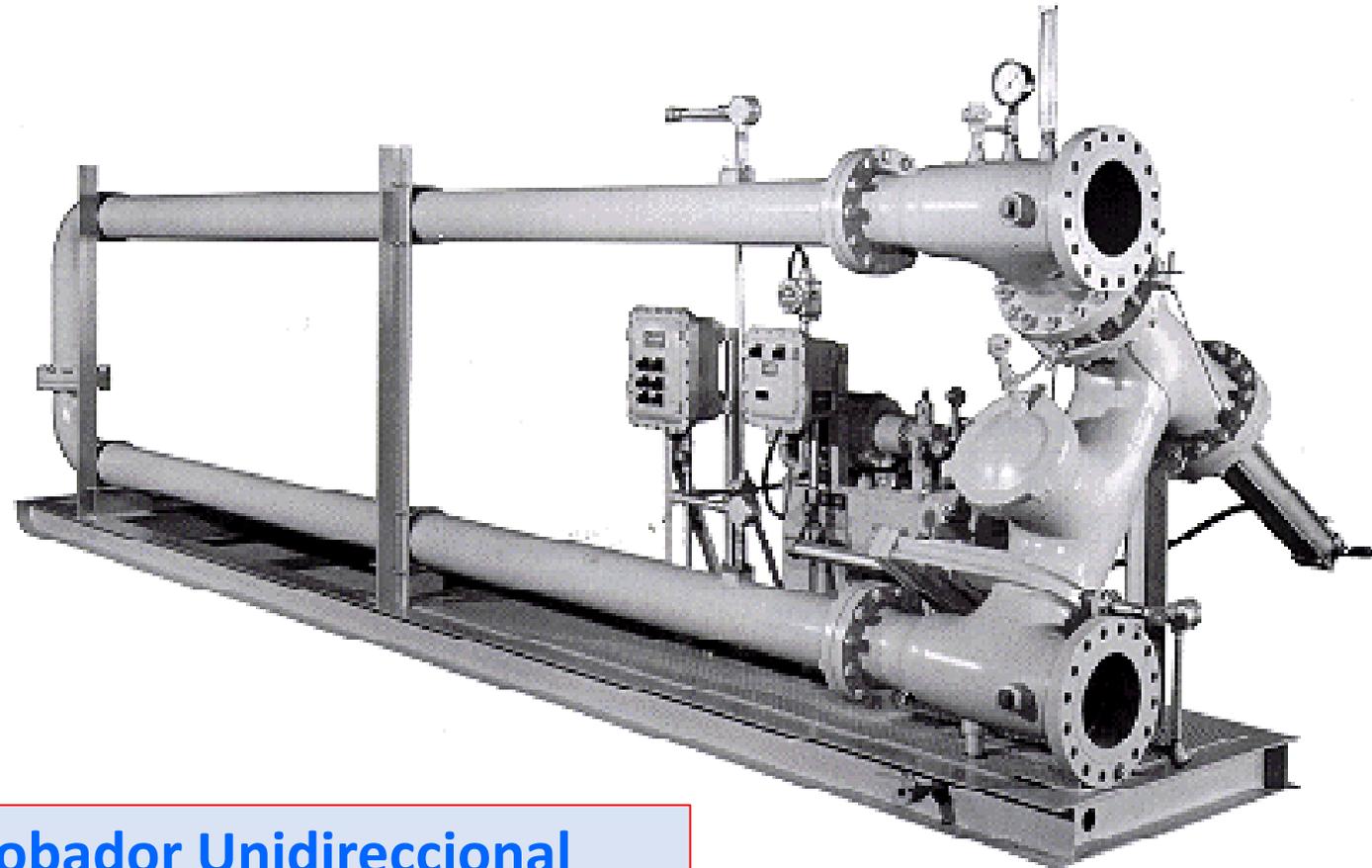
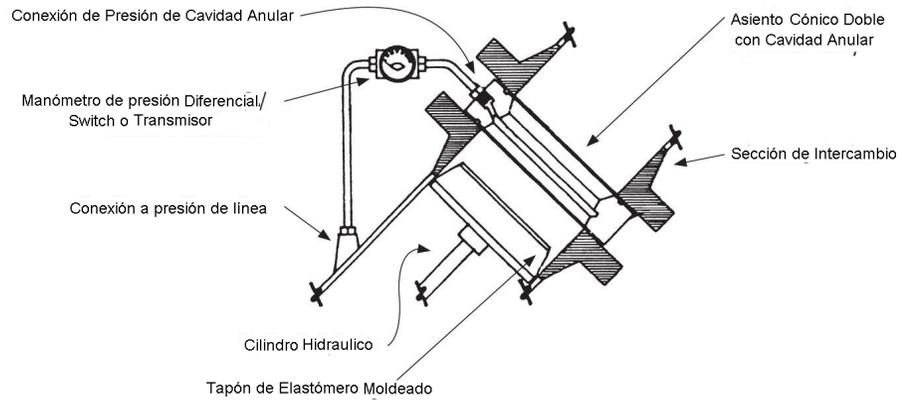
Probadores para LPG



Probador Unidireccional



Diseño del Sello de Verificación



Probador Unidireccional

Tipos de Probadores Convencionales

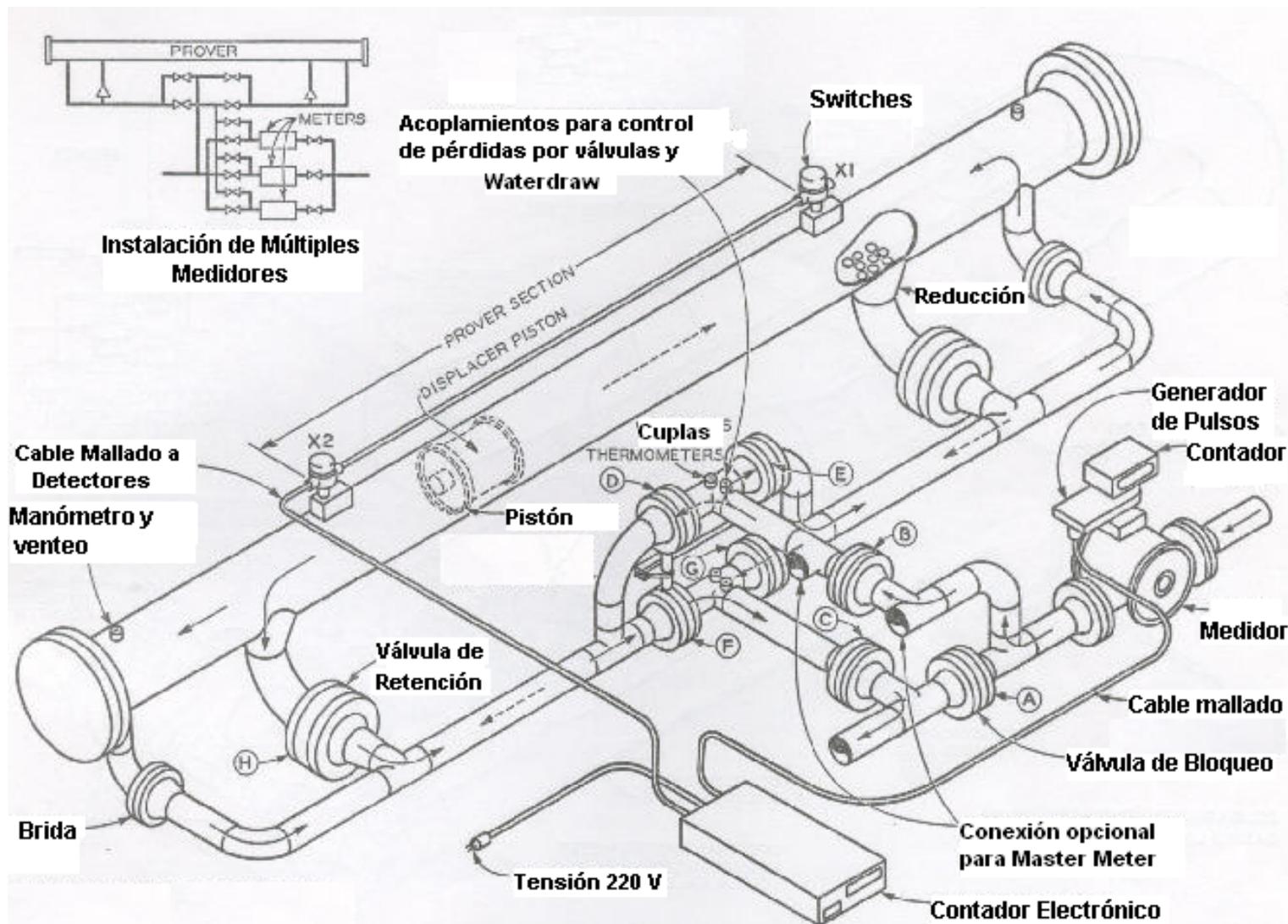


- ✓ **Probador Bidireccional** (Probador tipo tubo): Un probador tipo desplazamiento mecánico que utiliza un desplazador que viaja en una dirección para actuar detectores en la sección calibrada de una tubería y luego en la dirección opuesta a través de la misma sección calibrada y los mismos detectores. El volumen medido corresponde a la suma de ambos pasajes del desplazador. (OIML R 119)
- ✓ **Probador de Pequeño Volumen** (Small Volume Prover) Probador que tiene un volumen entre detectores que no permite una acumulación mínima de 10.000 pulsos directos (sin alteración) desde el medidor. Los probadores de volumen pequeño requieren una discriminación de los pulsos del medidor mediante un contador de interpolación de pulsos u otras técnicas para incrementar la resolución.
- ✓ **Medidor Maestro (Master Meter)** Medidor utilizado como referencia para probar otro medidor. La comparación de lecturas de ambos medidores es la base del método del Medidor maestro. Los medidores de desplazamiento turbinas y ultrasónicos pueden servir como medidores maestros.

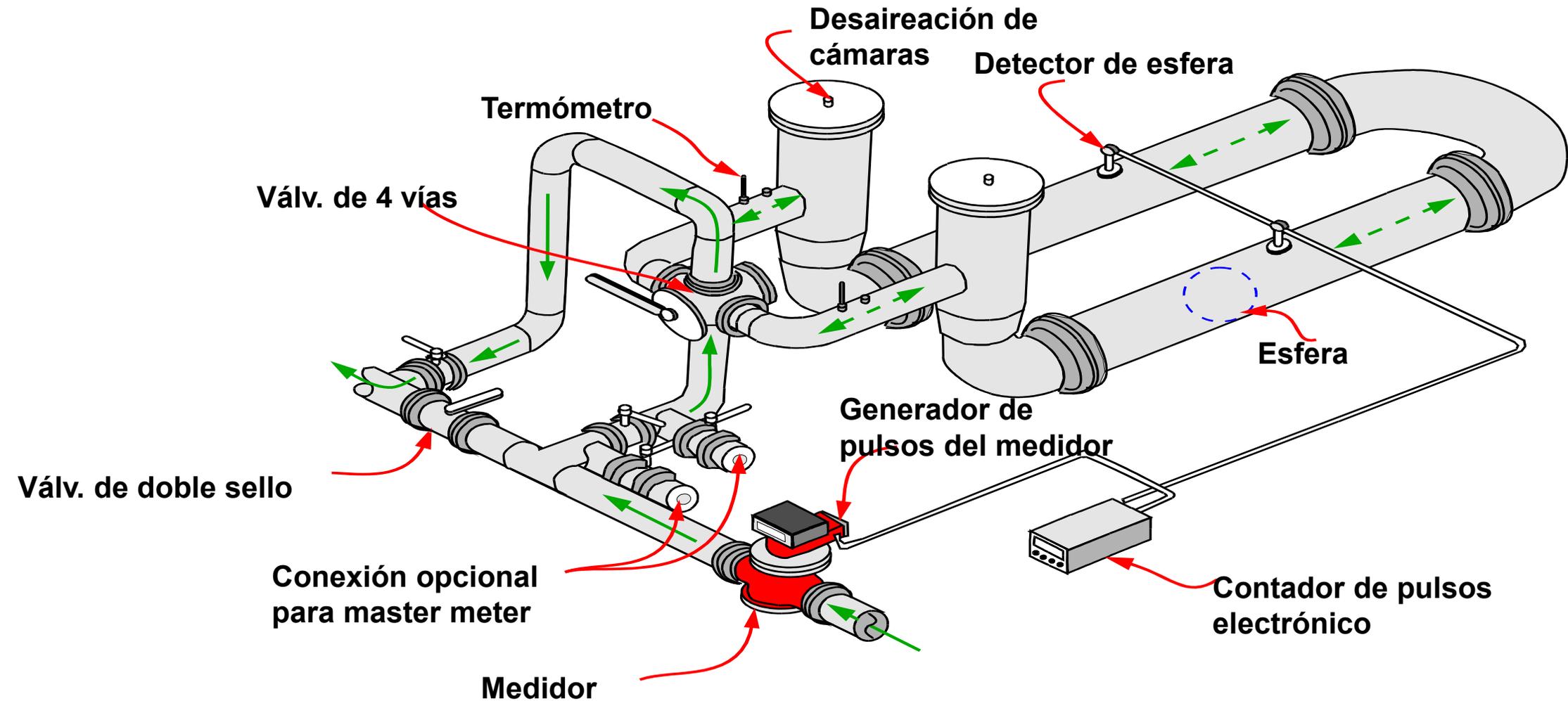


OILSTONE

El pistón desplazador está fabricado de un material lo más ligero posible y no magnético, como por ejemplo aluminio o un acero inoxidable especial. Se utilizan anillos de desgaste hechos de materiales no metálicos para evitar que la parte metálica del pistón entre en contacto con el interior del tubo. El pistón está equipado con anillos de asiento y copas para lograr el sello requerido y proporcionar una superficie para correr. Los anillos y las copas se pueden construir de teflón, nitrilo, poliuretano u otro material apropiado.



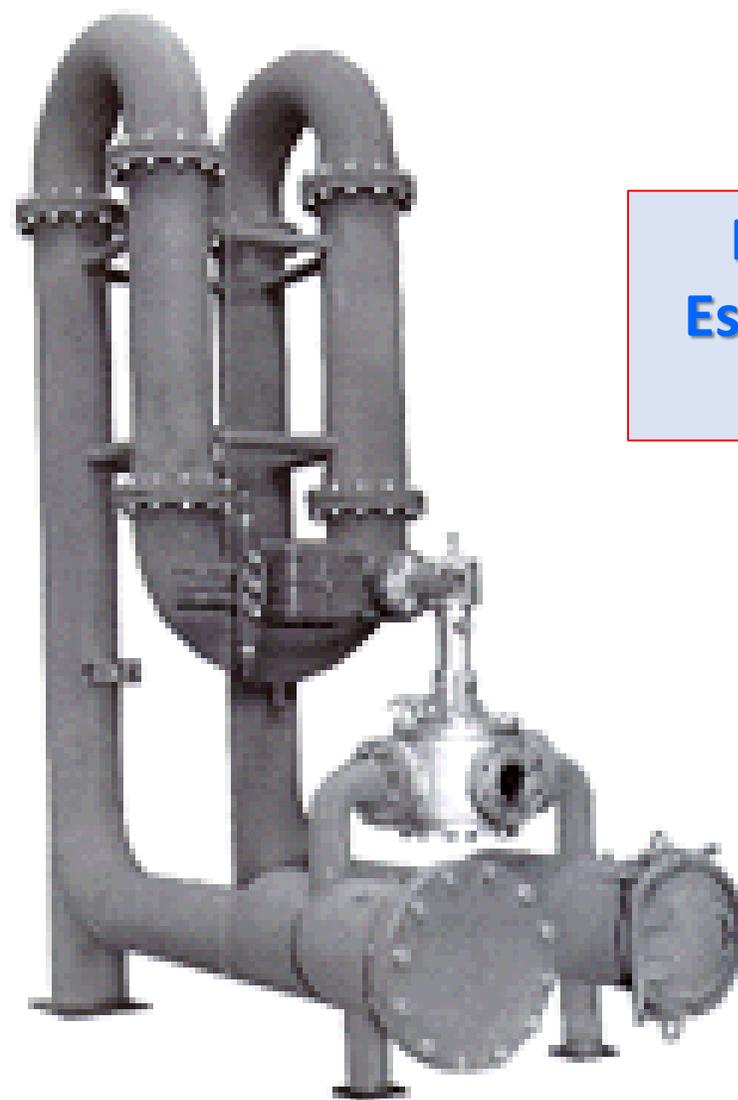
DISPOSICION TIPICA DE UN PROBADOR BIDIRECCIONAL RECTO



Probador Bidireccional U Simple



OILSTONE



**Probador Bidireccional Tipo
Escorpión Vertical con Cámaras
Horizontales**



OILSTONE

Probador Bidireccional con cámaras a 45°



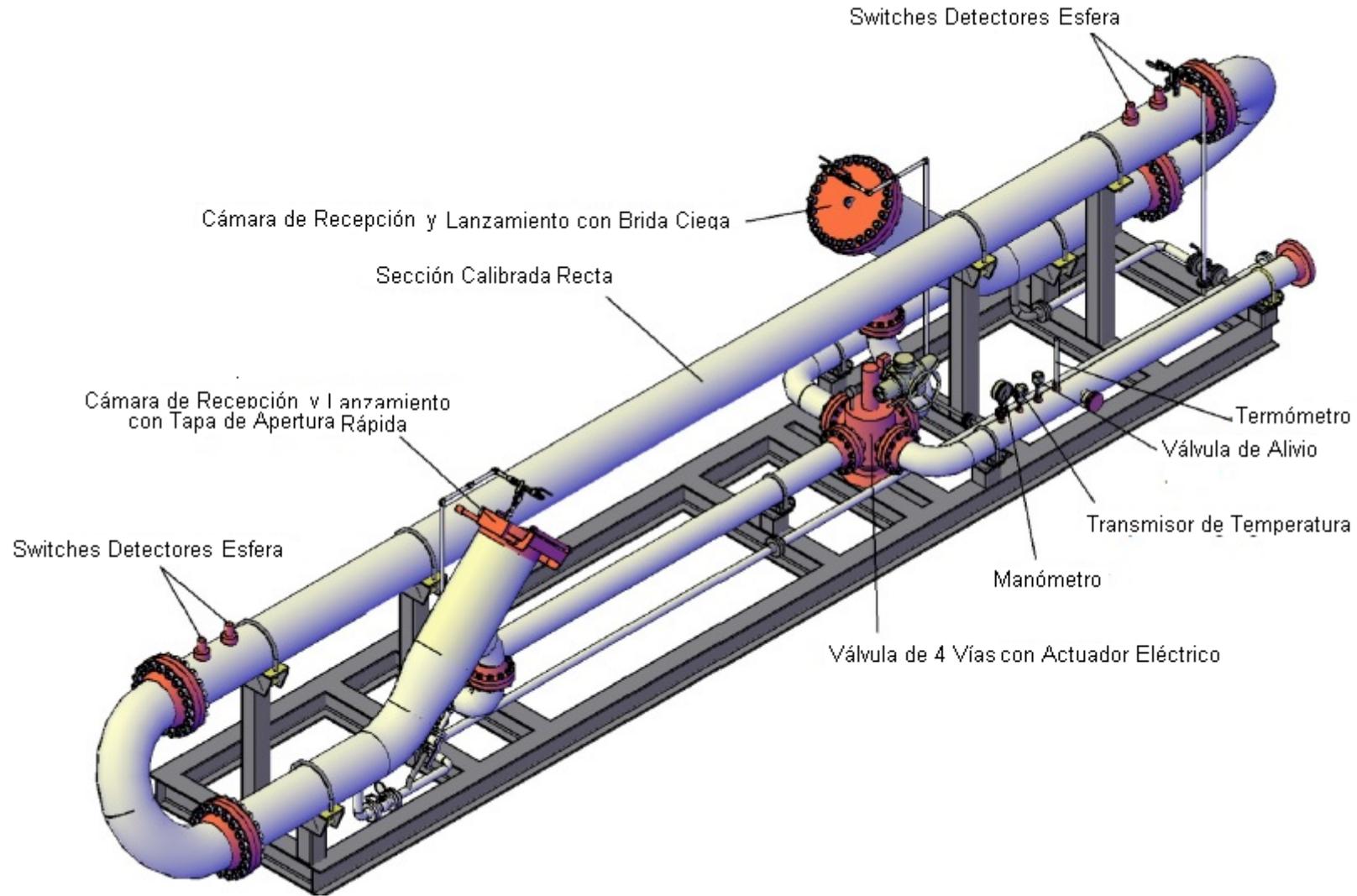
Probador Bidireccional con cámaras a 90°



Probador del tipo Bidireccional (Escorpión) Portátil con Cámaras a 22 Grados



Probador Bidireccional de Sección Calibrada Recta



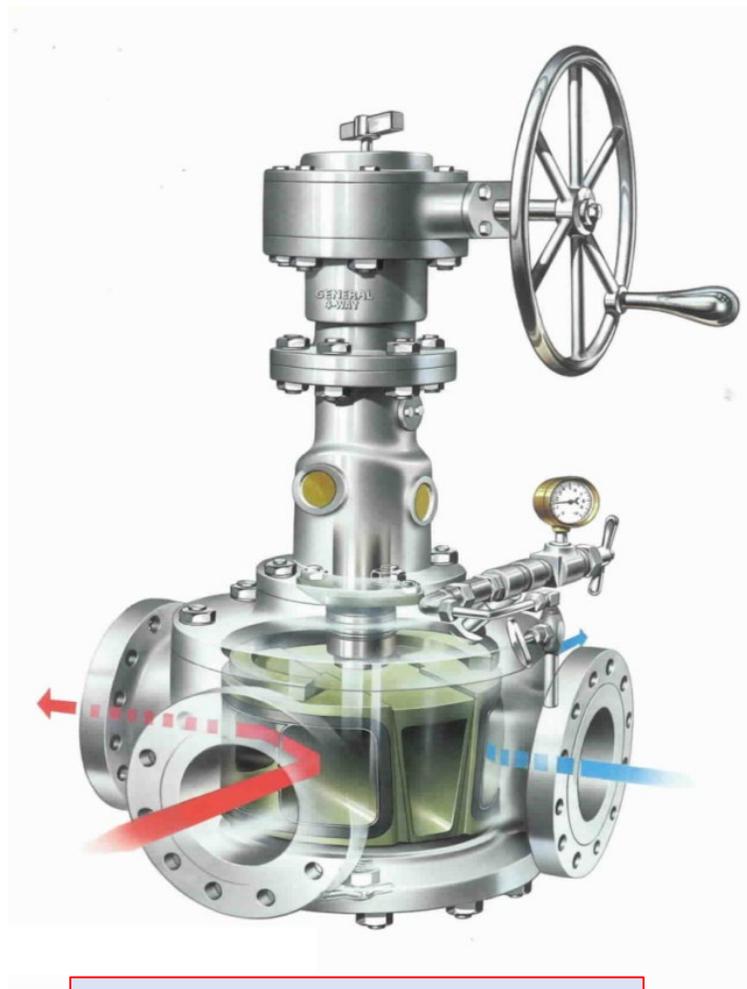
Probador Bidireccional de Sección Calibrada Recta



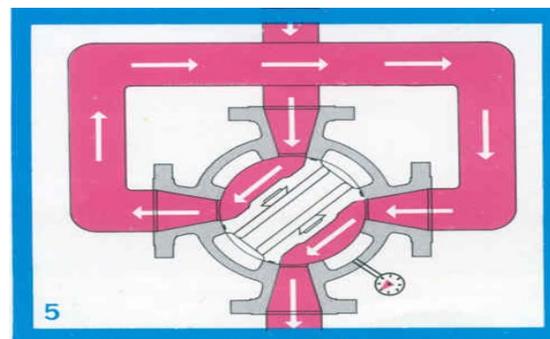
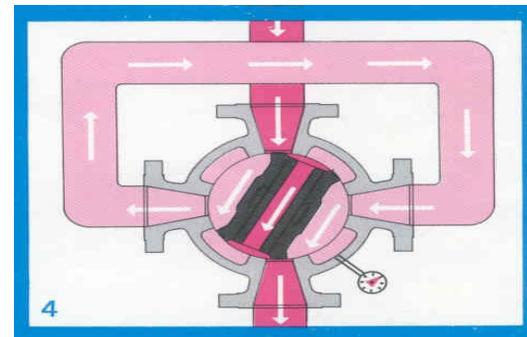
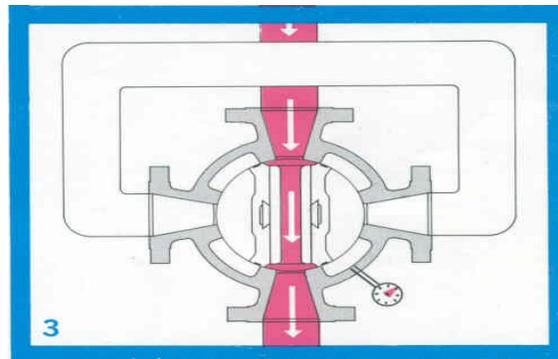
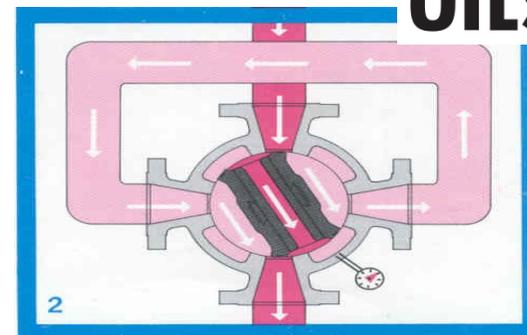
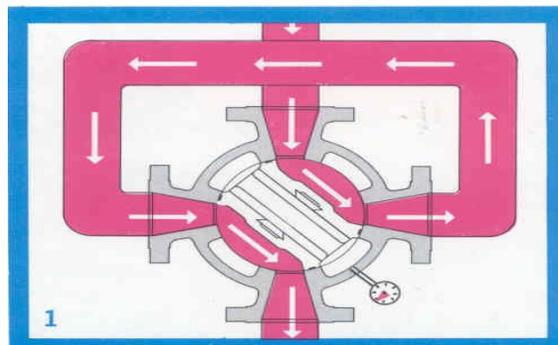
Probador Bidireccional de Sección Calibrada Recta

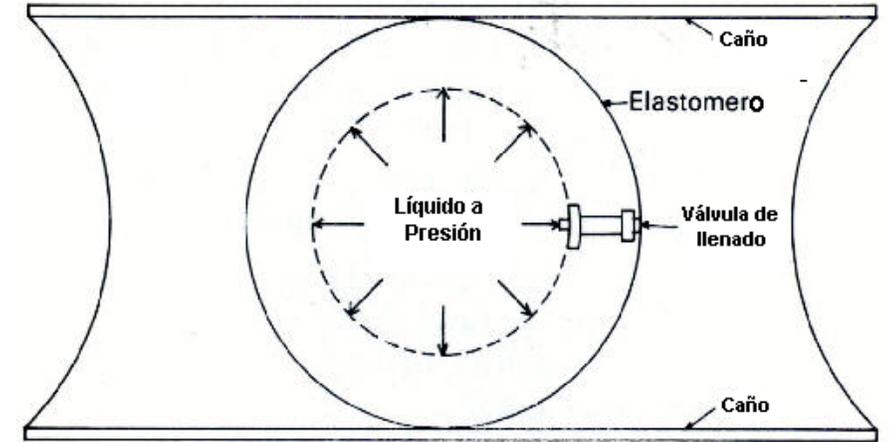
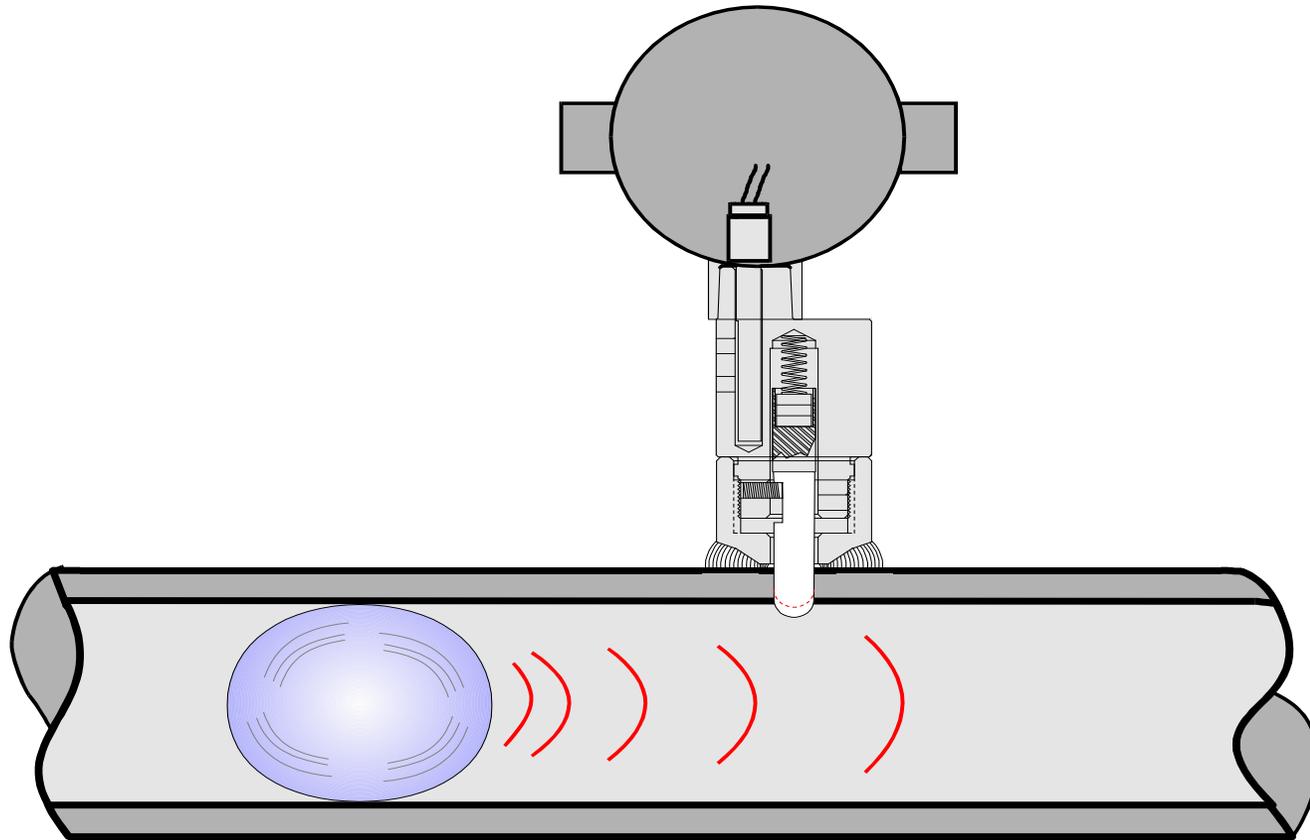


OILSTONE



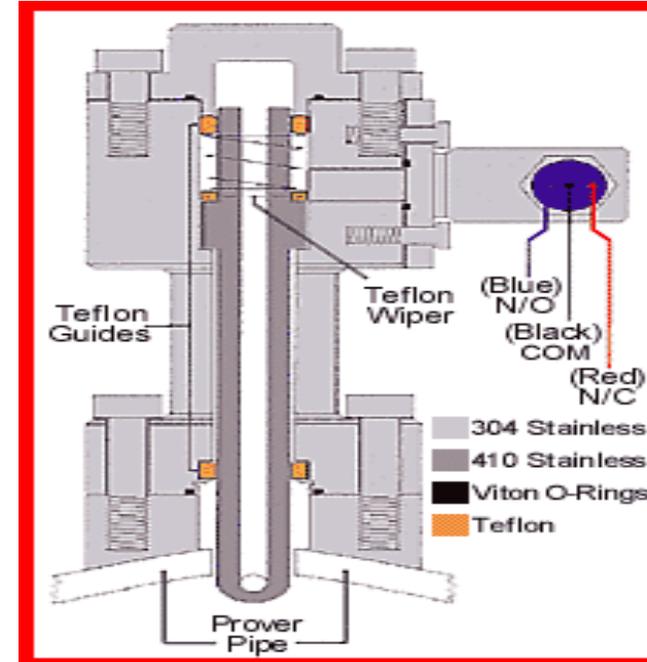
Válvula de 4 vías





ESFERA -- SECCION TRANSVERSAL

Sección Transversal y Detector de Esfera



Switches Detectores de Ultima Generación

Definiciones

Desplazador. Un pistón o esfera (bola) en la tubería de un probador que es desplazada por un líquido que fluye entre dos detectores de señalización. El desplazador está hecho de un material apropiado para el funcionamiento del probador, la temperatura y la resistencia deseada a la degradación debida al líquido que se está midiendo.

Los desplazadores (esferas) están hechos de ciertos elastómeros como por ejemplo **neopreno**, que se utiliza para petróleo crudo a baja presión y amoniaco anhidro; **nitrilo**, que se utiliza para productos refinados del petróleo como naftas, gas oil, querosene y petróleos crudos a alta presión ;**poliuretano**, se utiliza donde la resistencia abrasiva es importante y en aplicaciones críticas de baja temperatura; o **vitón**, que se utiliza con líquidos que tienen un alto contenido aromático. Con la excepción de los esferoides sólidos de vitón, la esfera suele ser hueca y llena con una mezcla 50:50 de glicol y agua mediante la utilización de una válvula aguja. El diámetro resultante de la esfera es entre un 2 y un 4 % más grande que la dimensión interior del probador y se elige de forma que el desplazador (esfera) pueda viajar libremente pero que mantenga un buen sello con la pared interna de la tubería..

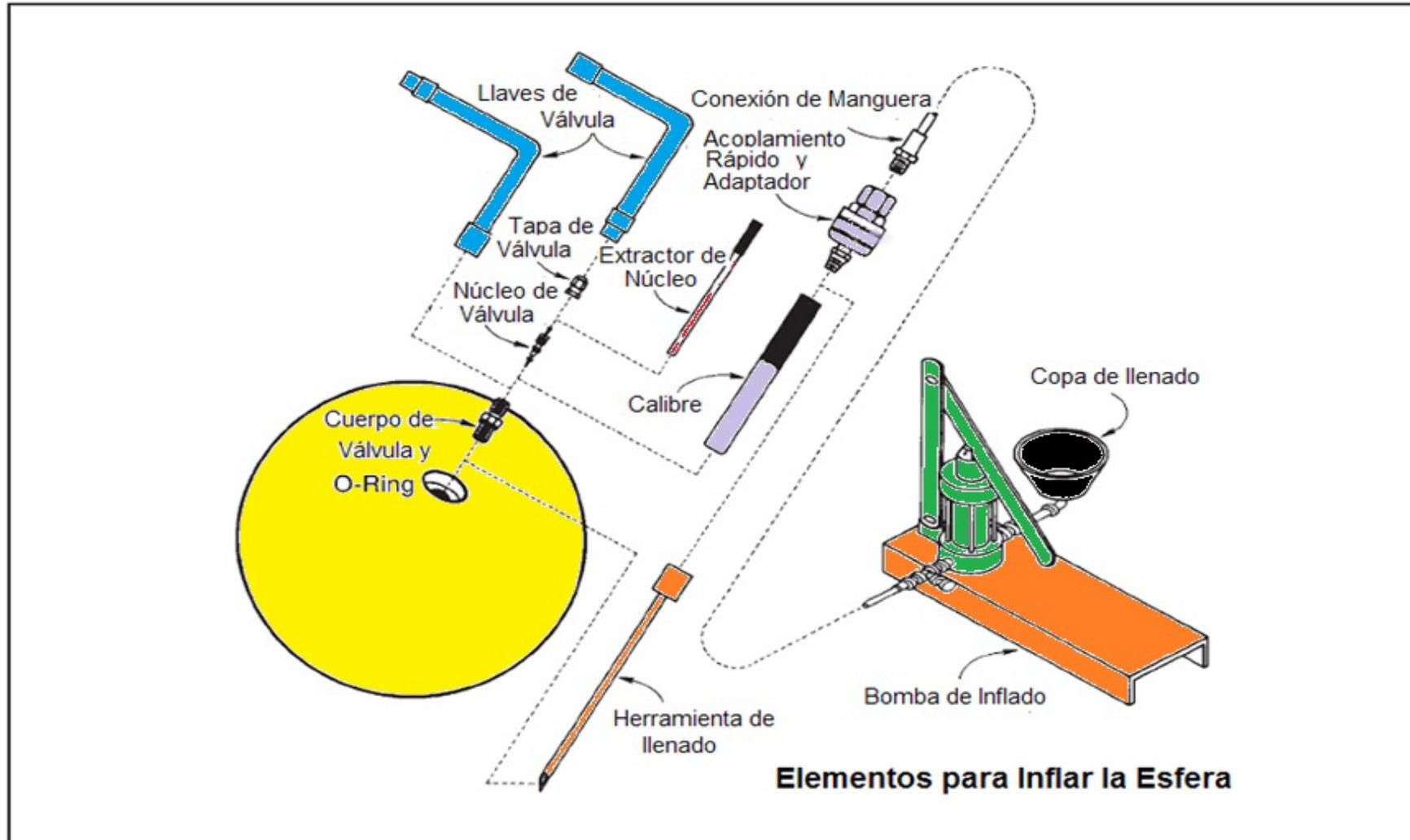


Esferas para ductos - Aplicaciones de servicio recomendadas

Color	Material de la esfera	Temperatura de operación recomendada			Aplicaciones de servicio
		Mínimo	Máximo		
	Neopreno (Negro)	-20° F -29° C	270° F 138° C		Servicio de oleoductos de propósitos generales, de hidrocarburos y productos químicos.
	Poliuretano		En agua	En pet.	
	PS-53 (Amarillo) 53 Durómetro	0° F -18° C	140° F 60° C	170° F 77° C	Servicio de patrones de medidores volumétricos, remoción de destilados a baja temperatura
	HD-58 (Verde) 58 Durómetro	0° F -18° C	140° F 60° C	170° F 77° C	Remoción de destilados de gas a presiones superiores a 600 psi. Limpieza de tubos de propósitos generales
	SP-66 (Red) 66 Durómetro	0° F -18° C	140° F 60° C	170° F 77° C	Servicio de tolueno y gasolina sin plomo
	GPS (Naranja) 75 Durómetro	0° F -18° C	140° F 60° C	170° F 77° C	Limpieza de paredes de tubos. Remoción de productos. Remoción de condensados líquidos.
	SR (Azul) 70 Durómetro	0° F -18° C	140° F 60° C	170° F 77° C	Diseñada para gasolinas reformuladas que contienen MTBE y otros aditivos



Esferas Para Probadores(Especificaciones)



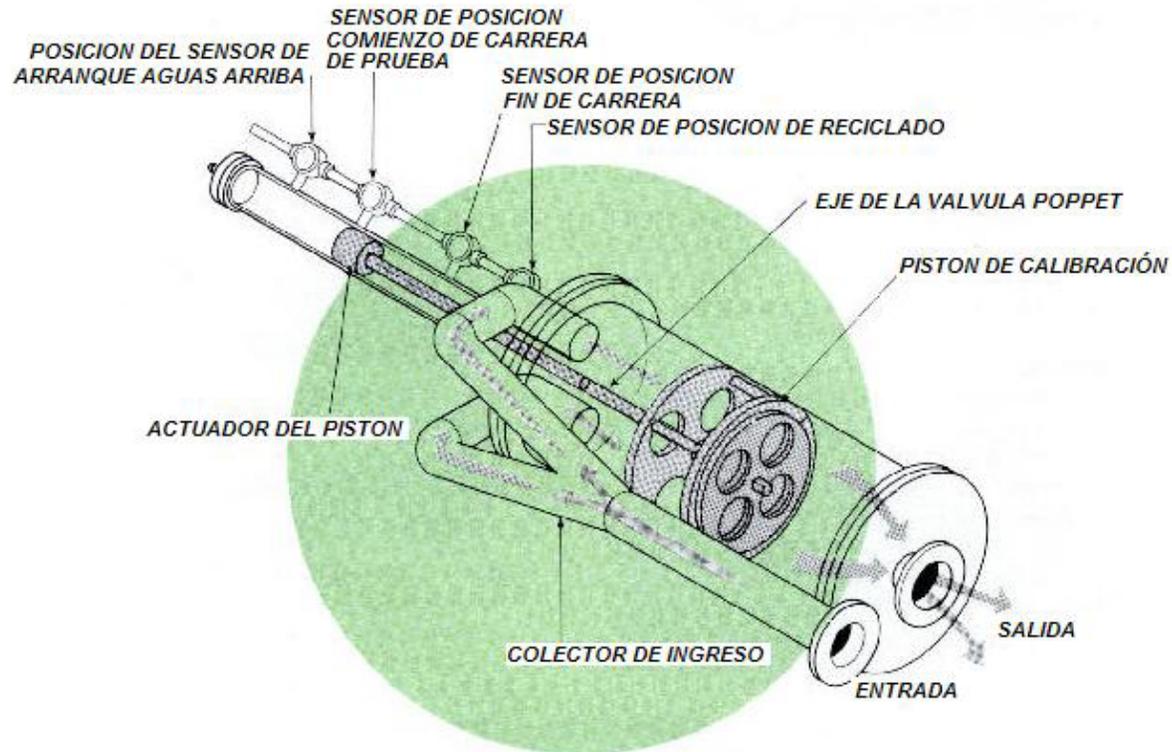
Probadores de Pequeño Volumen

SMALL Volume Provers

Doble cronometría. Un método de interpolación de pulsos utilizado en probadores de pequeño volumen para proporcionar un conteo de pulsos fraccionarios. (NIST HB 105-7) Generalmente, la cronometría doble utiliza un componente que incrementa el tiempo con mucha precisión y opera dos contadores. El contador uno se inicia cuando se dispara el primer interruptor detector. El segundo contador se inicia después de que comenzó el primer contador.

. El primer contador se detiene cuando se dispara el segundo interruptor detector. El segundo contador se detiene después de que se haya detenido el primer contador. Utilizando la relación del contador de tiempo uno al tiempo dos nos permitirá contar con precisión una fracción del pulso de un medidor de flujo.

Detectores. Sensores ópticos o interruptores electrónicos utilizados para iniciar o detener contadores y determinar la sección calibrada del probador. (NIST HB 105-7)



PROBADOR BALISTICO EN LA LINEA DE FLUJO

El principio de "flujo a través de" probador balístico en línea de flujo permite pequeñas dimensiones, alta exactitud, rápida operación, simplicidad y flujo constante a través de la línea y unidad

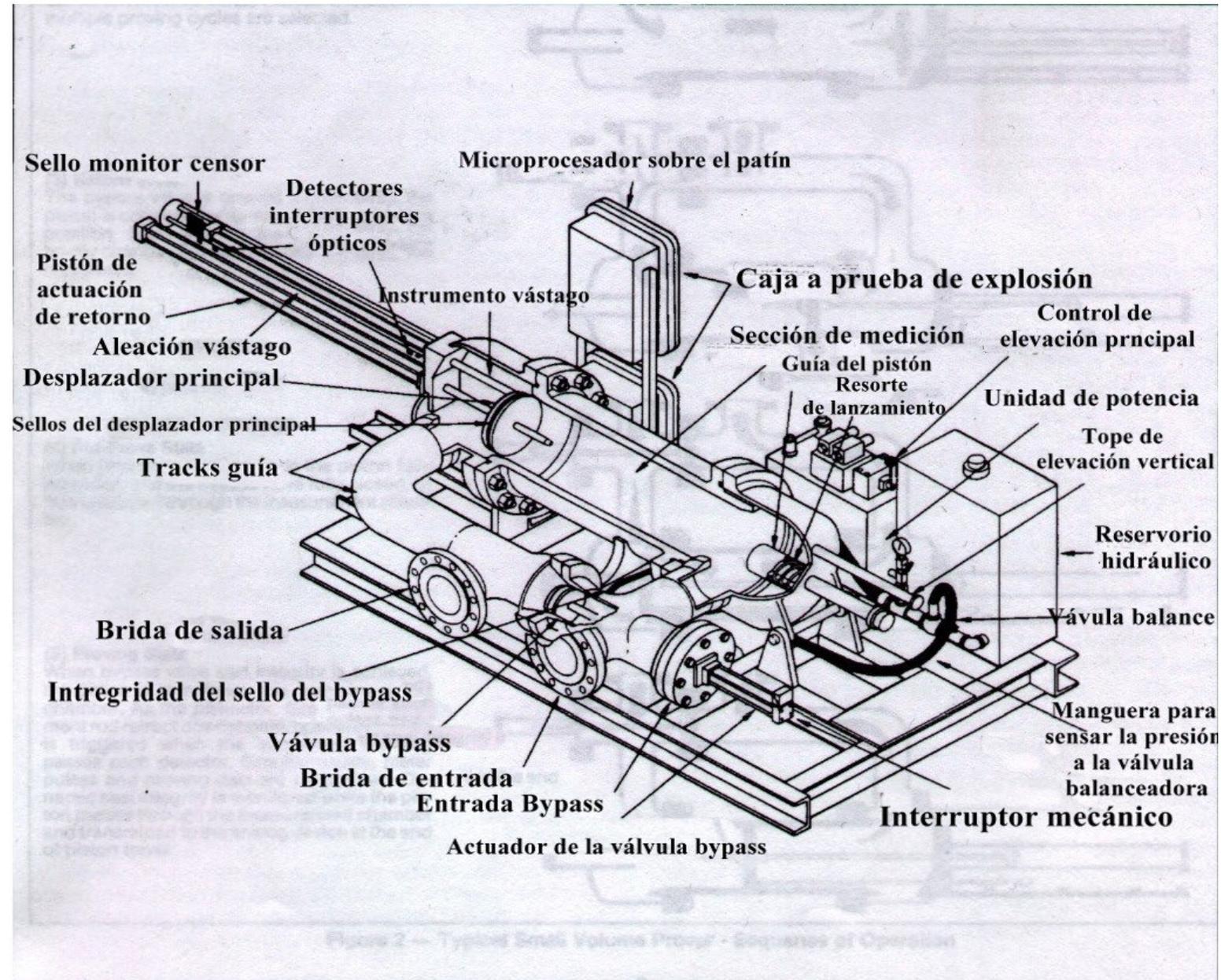
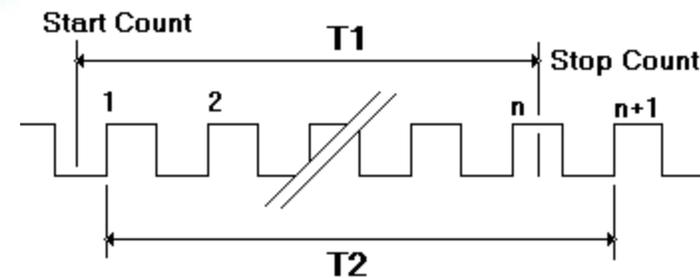
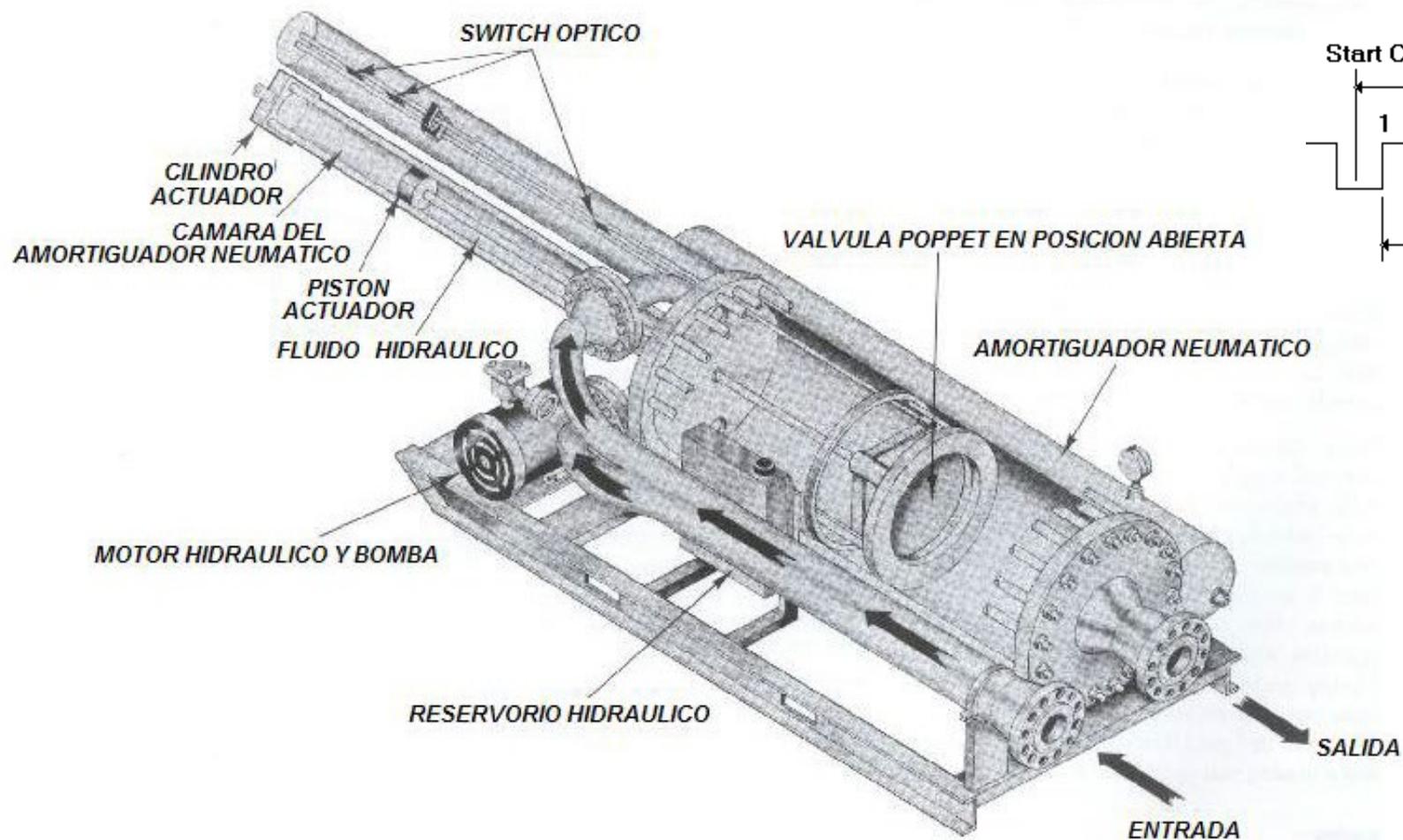
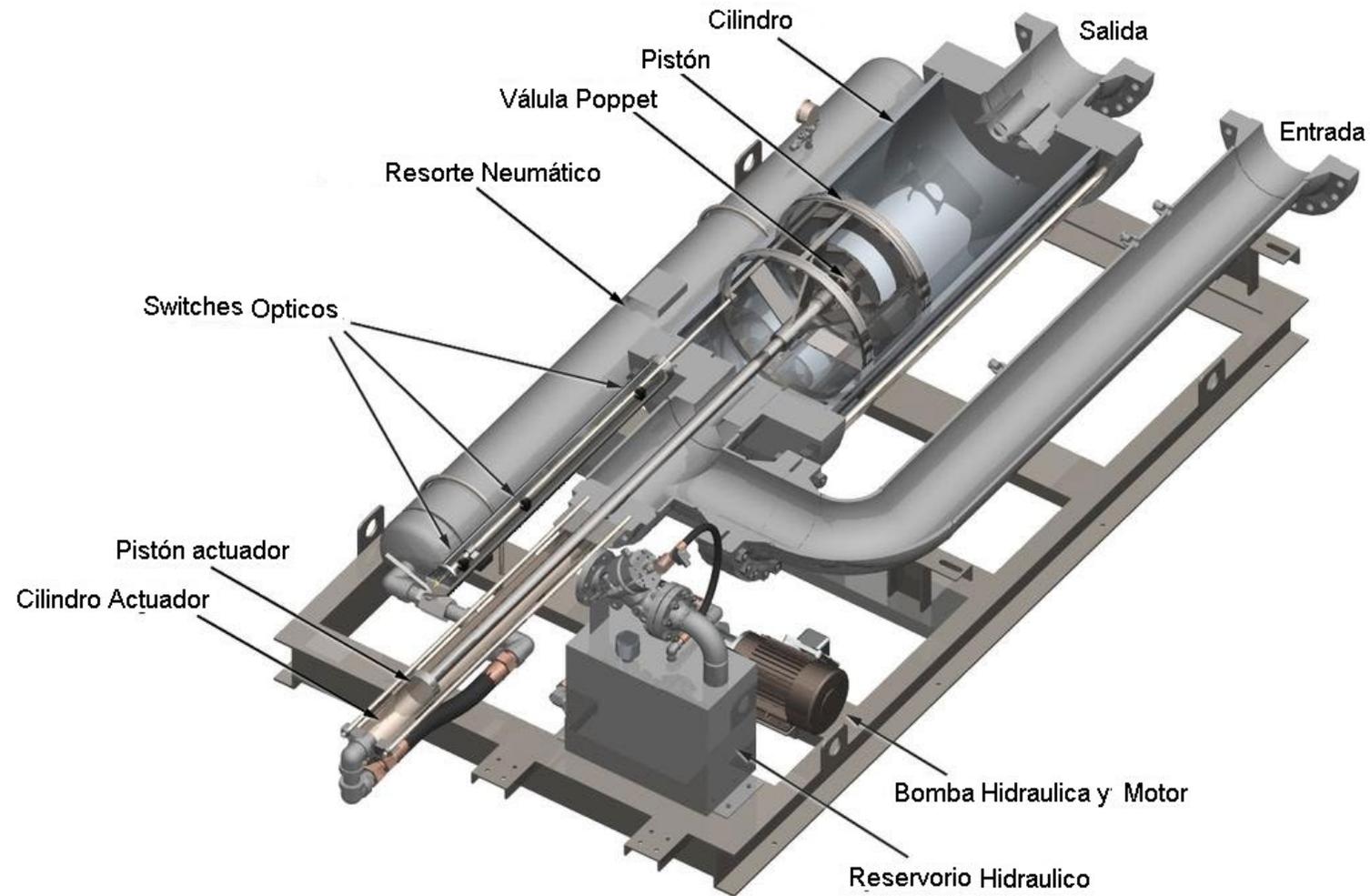


Figure 2 — Typical Small Volume Prover - Sequence of Operation



$$K = \frac{T1}{Vol} \times \frac{n+1}{T2}$$

Vista en Corte de un SVP

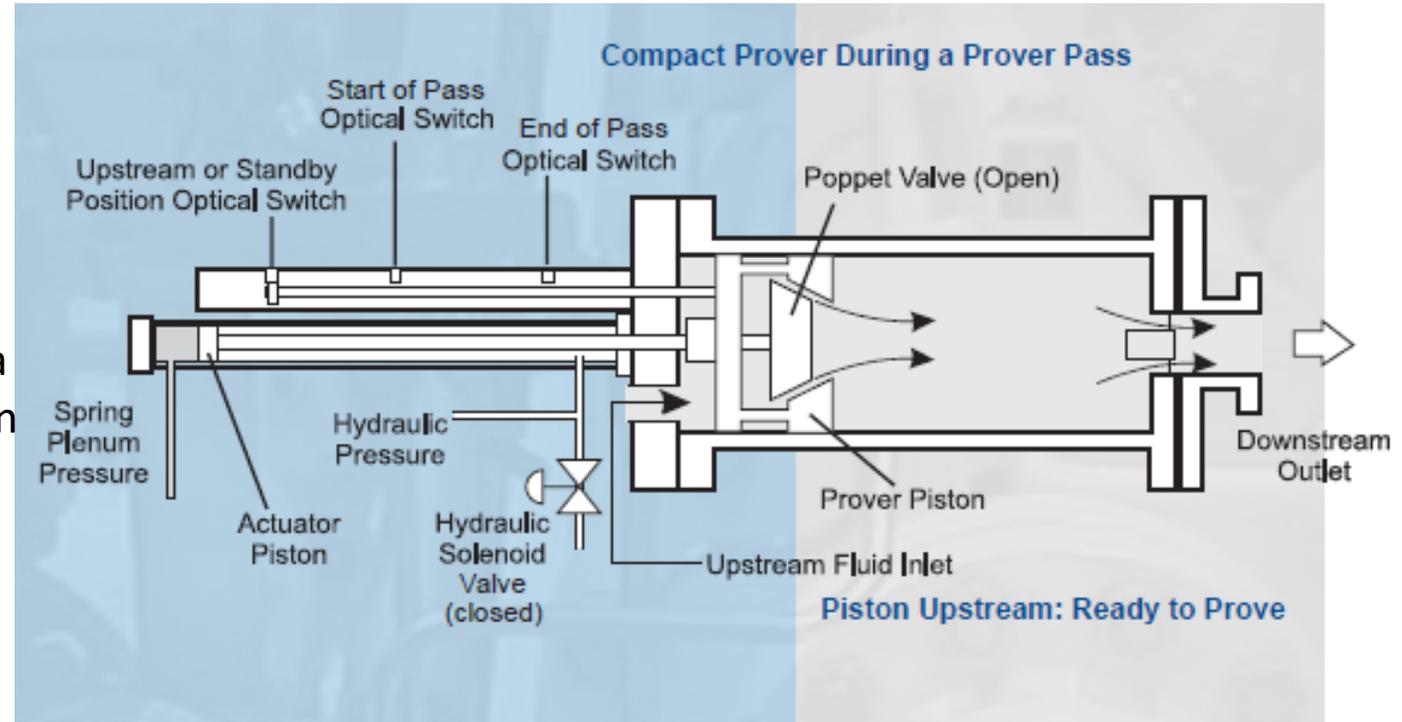


El prover está en modo de espera cuando el pistón está en la posición aguas arriba con la válvula poppet abierta. El modo de espera se alcanza y se mantiene aplicando presión hidráulica a la cara aguas abajo del pistón actuador.

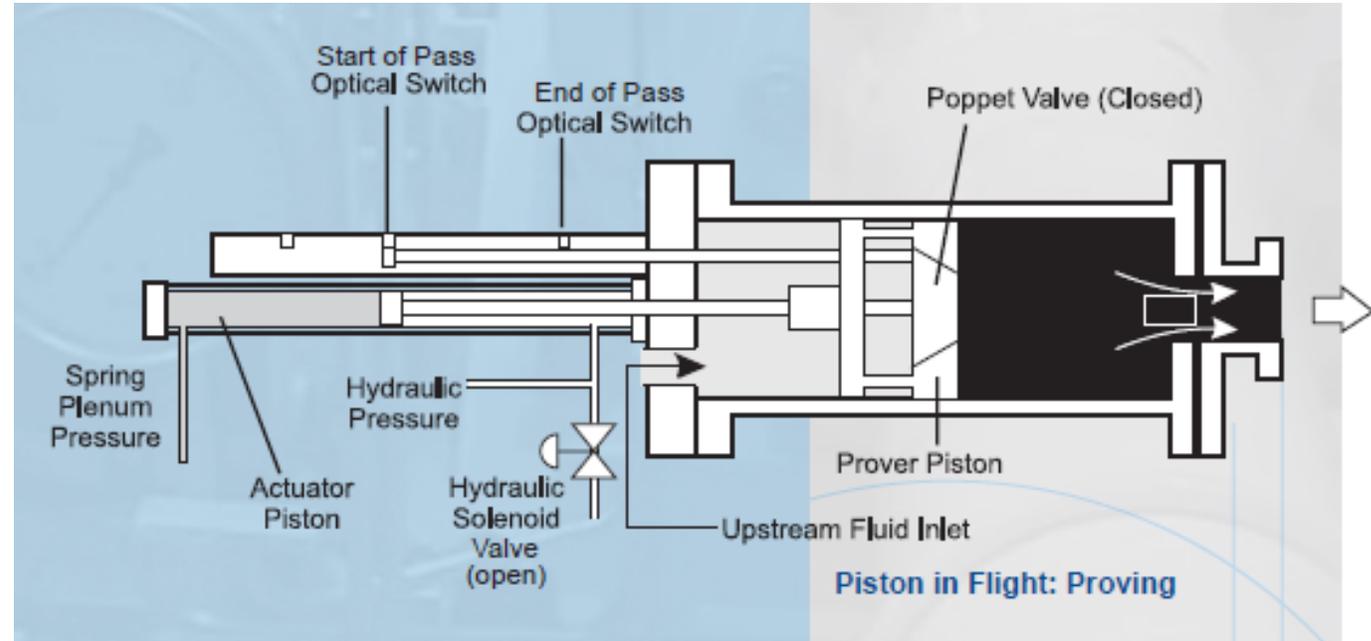
La pasada del comienzo de una prueba. provoca la liberación de la presión hidráulica en el sistema actuador y el resorte neumático.

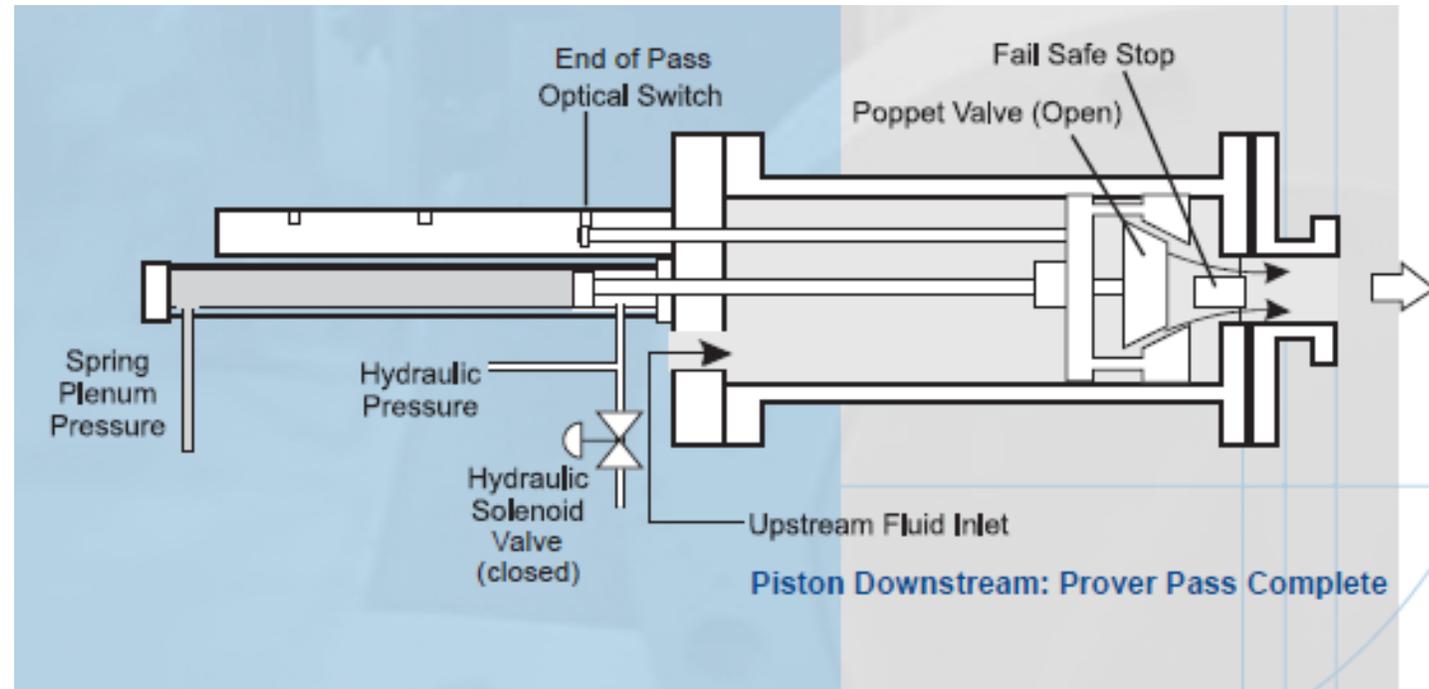
La presión supera el sello de fricción del rodamiento, lo que permite a la válvula poppet cerrar. El conjunto de pistón cerrado se mueve sincrónicamente con el flujo continuo de fluido a través del probador. El sistema plenum de nitrógeno asegura que la válvula permanezca cerrada durante el pase de prueba.

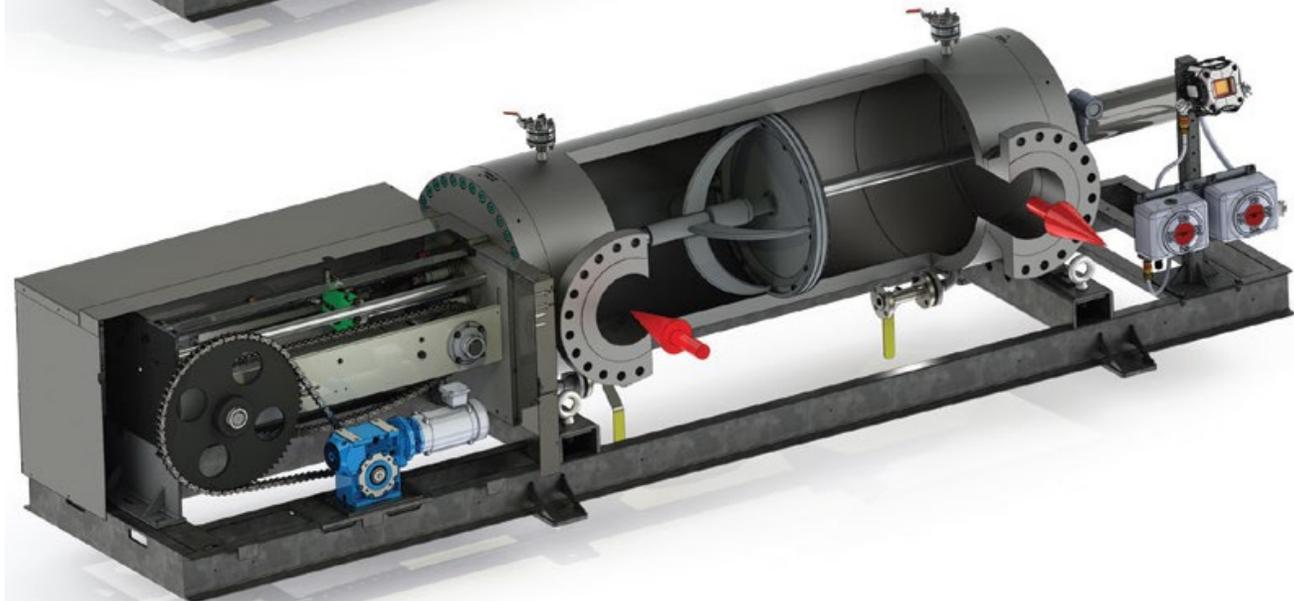
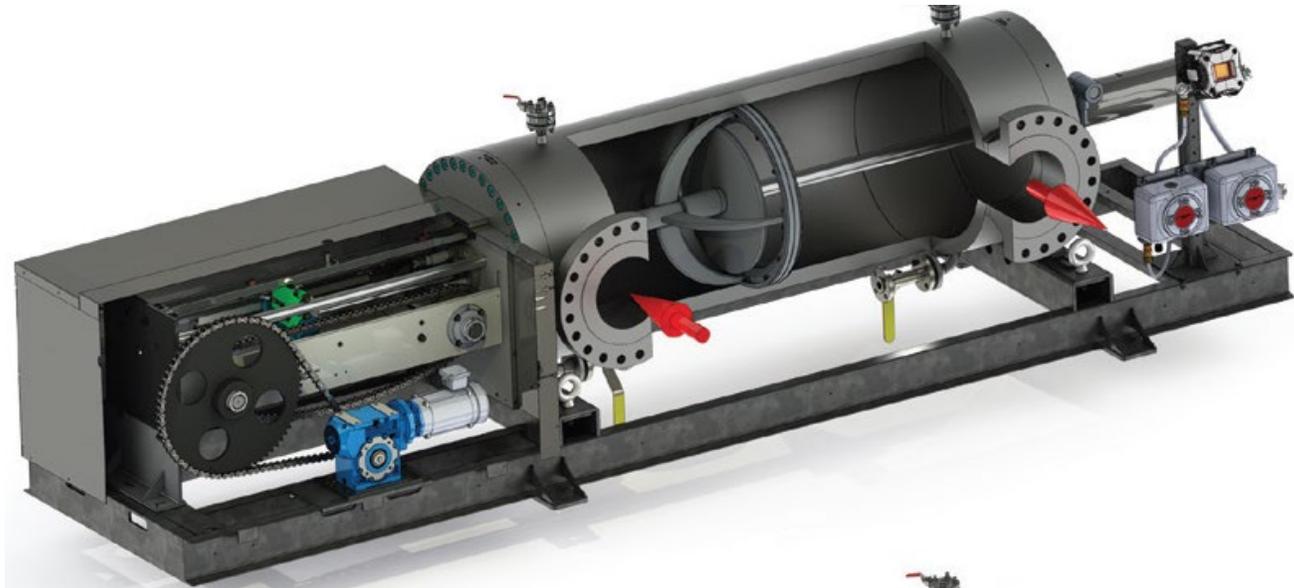
Como el conjunto del pistón se mueve aguas abajo, el primer interruptor detector de volumen está activado, señalando el inicio de la prueba real y el conteo de pulsos del medidor de flujo bajo prueba.

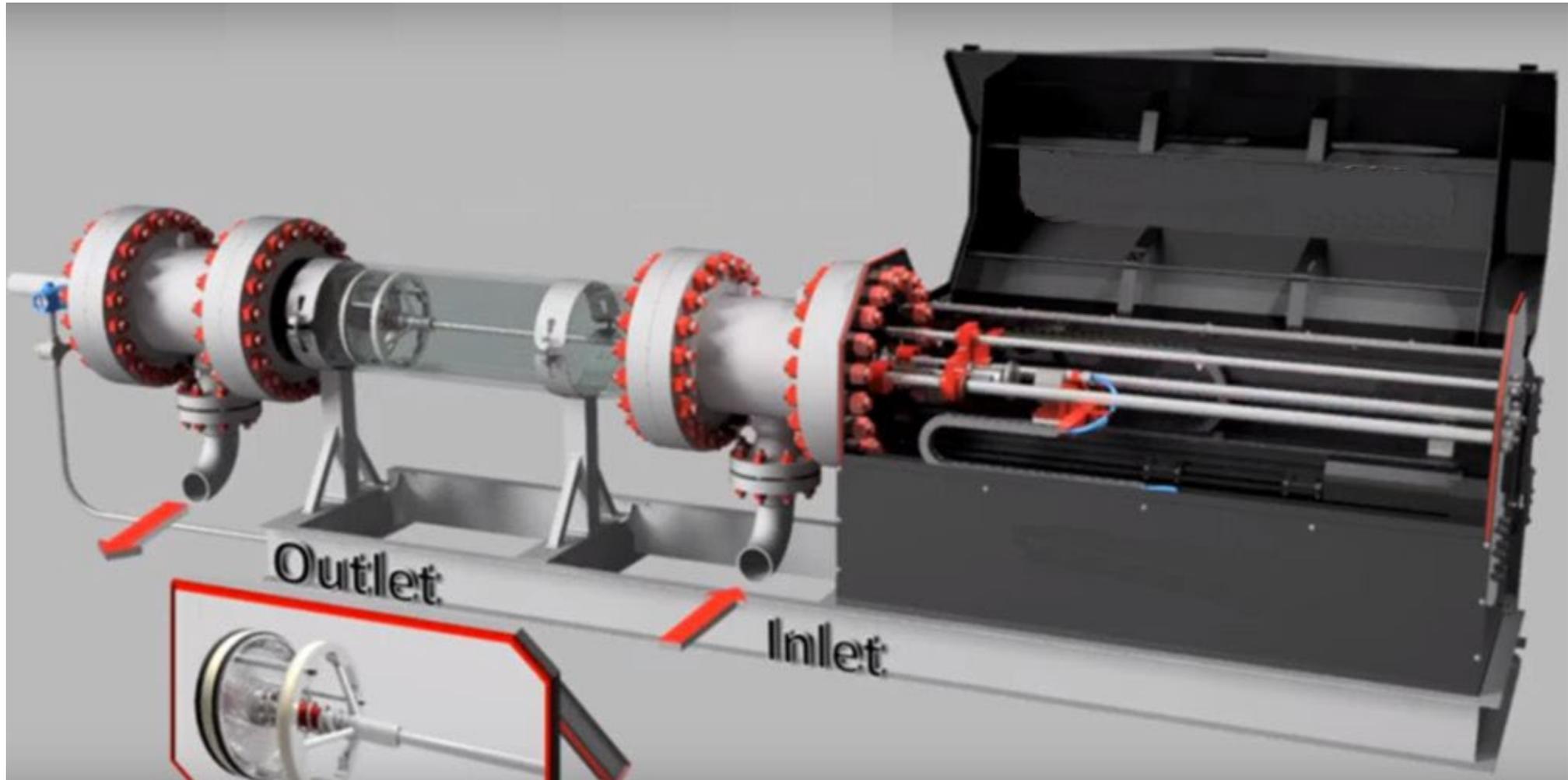


El final de la prueba se alcanza cuando se activa el interruptor final el pase de prueba es completo y el sistema neumático retrae el pistón. Durante la retracción el obturador de la válvula poppet está abierto, permitiendo el flujo a través del probador, y una vez que el pistón esté completamente retraído llega a la posición en el modo de espera ascendente listo para la próxima prueba.











Pistón Desplazador Small Volume Prover

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de Desplazamiento Convencional

Ventajas

- Alta confiabilidad.
- Fácil de operar.
- Se puede utilizar para calibrar caudalímetros de baja frecuencia de resolución de pulsos , requiriendo solo un mínimo de 10.000 pulsos del caudalímetro entre los interruptores de detección.
- Se requieren menos pruebas en un punto de datos.
- No es sensible a las partículas sólidas del líquido que se está probando.

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Ventajas

- Bajos costos de mantenimiento.
- El desplazador (esfera elástica) es fácil de reemplazar.
- Buena repetibilidad, mejor que 0,02%.
- Se pueden utilizar cuatro interruptores de detección para reducir las carreras de prueba.

Desventajas

- Se requiere mayor espacio.
- Es más pesado
- El tipo unidireccional está equipado con un sistema hidráulico.

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Ventajas

- Se necesita menos espacio para su instalación.
- La prueba requiere menos tiempo; el tiempo mínimo en una ejecución es menor a 30 segundos.
- El cilindro está tratado con niquelado no electrolítico, con excelente resistencia a la corrosión

Desventajas

- Tubo estándar de pequeño tamaño no es adecuado para medir caudalímetros con baja resolución de pulsos.

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Desventajas

- Se requieren más ejecuciones de prueba, lo que compensa la ventaja de un tiempo de verificación corto. Según una muestra de productos de EE. UU., un punto de datos suele comprobarse hasta 15 veces.
- La velocidad relativa del sello deslizante con respecto a la parte fija es de hasta 1,5 m/s, por lo que el sello es frágil y difícil de reemplazar.
- La perturbación provocada por el pistón sobre el líquido es mayor a la provocada por la esfera en un probador convencional .

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Desventajas

- Sensible a las partículas sólidas en el líquido que se está probando, que pueden causar fácilmente daños a los sellos del pistón en el cilindro de medición.
- Altos costos de mantenimiento.
- La interpolación de pulsos puede reducir la repetibilidad.
- Cuando se utiliza el método de interpolación de pulsos, es necesario conocer la desviación estándar σ del período de pulso de flujo del caudalímetro. Según la norma nacional GB/T17286.3, el número N de pulsos recopilados en una verificación es $N=500(6t)^2$

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Desventajas

- Sensible a las partículas sólidas en el líquido que se está probando, que pueden causar fácilmente daños a los sellos del pistón en el cilindro del probador.
- Altos costos de mantenimiento.
- La interpolación de pulsos puede reducir la repetibilidad.
- Cuando se utiliza el método de interpolación de pulsos, es necesario conocer la desviación estándar σ_t del período de pulso de flujo del caudalímetro. Según la norma GB/T17286.3, el número N de pulsos recopilados en una verificación es $N=500(6t)^2$

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Desventajas

Según N y el coeficiente del caudalímetro K(Pulsos /unidad de volumen), se determina el volumen estándar y δt debe ser suministrado por el fabricante del caudalímetro. Sin embargo, el fabricante generalmente no lo proporciona, lo que dificulta determinar la especificación de tamaño pequeño.

Nota: El estándar de propiedad intelectual (IP) del Reino Unido(UK) establece las siguientes disposiciones para este tema:

Si una prueba en un punto de flujo falla 15 veces, se puede aumentar hasta 30 veces, y si aún falla 30 veces, se concluirá como: el medidor de flujo no es adecuado para ser verificado con probadores de volumen pequeño. (no se considera que el medidor de flujo no está calificado)

Comparación de Rendimiento entre un Probador Convencional de Desplazamiento y un Probador de Pequeño Volumen

Probador de pequeño volumen

Desventajas

Desviación estándar del intervalo de pulso σ_t

Cuando se utiliza un probador de volumen pequeño tipo pistón, primero se debe conocer la desviación estándar σ_t del intervalo del pulso de salida del medidor. La norma ISO7278/3 (BS6886) inicial especifica lo siguiente:

Desviación estándar del intervalo de pulso mínimo recogido en una sola carrera.

$\sigma_t(\%)$ N

Unidireccional Pequeño Volumen



Unidireccional Pequeño Volumen




OILSTONE

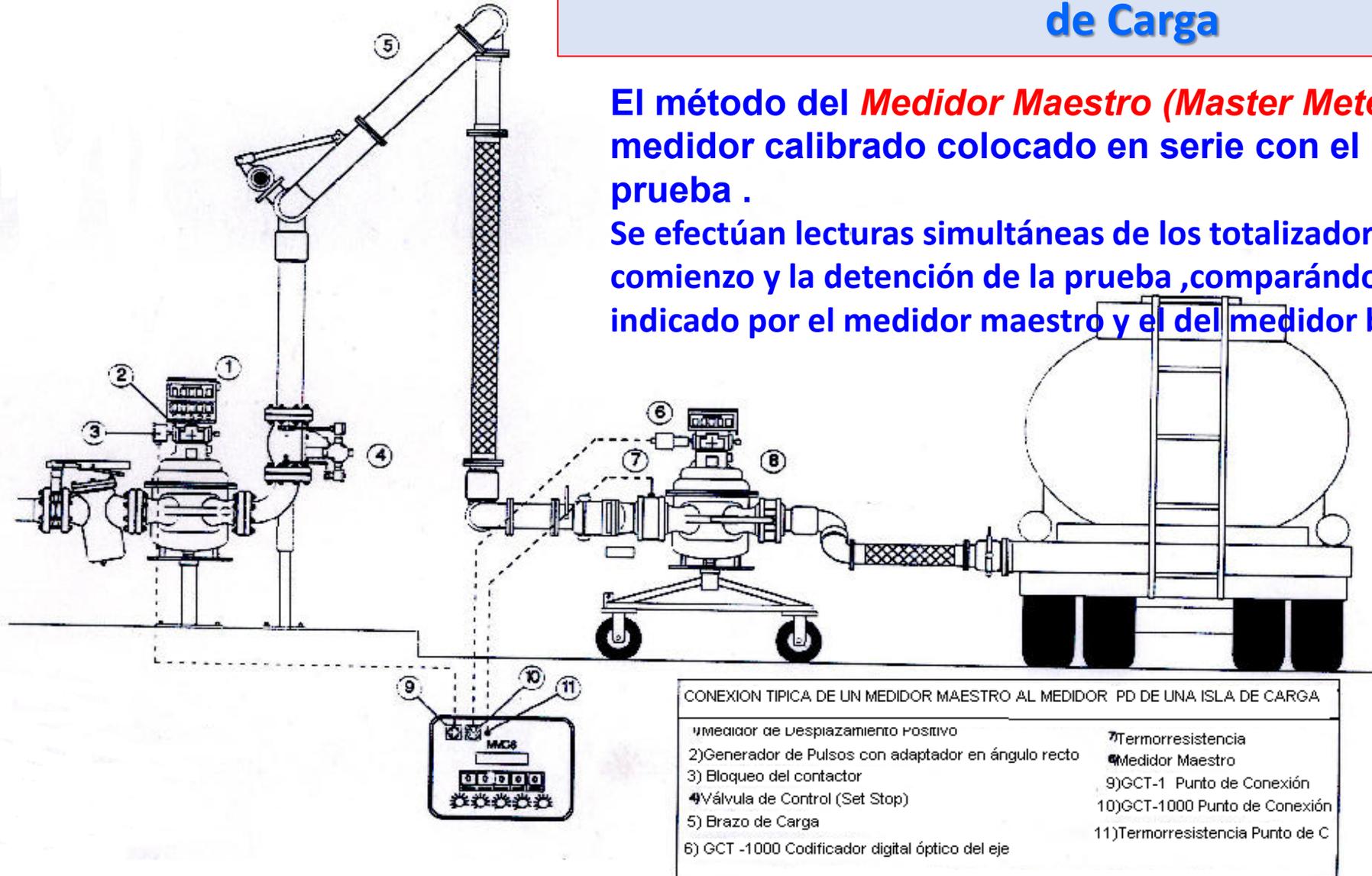
Medidor Maestro (Master Meter) PD



Calibración de un Medidor con Master Meter en Isla de Carga

El método del **Medidor Maestro (Master Meter)** utiliza un medidor calibrado colocado en serie con el medidor bajo prueba .

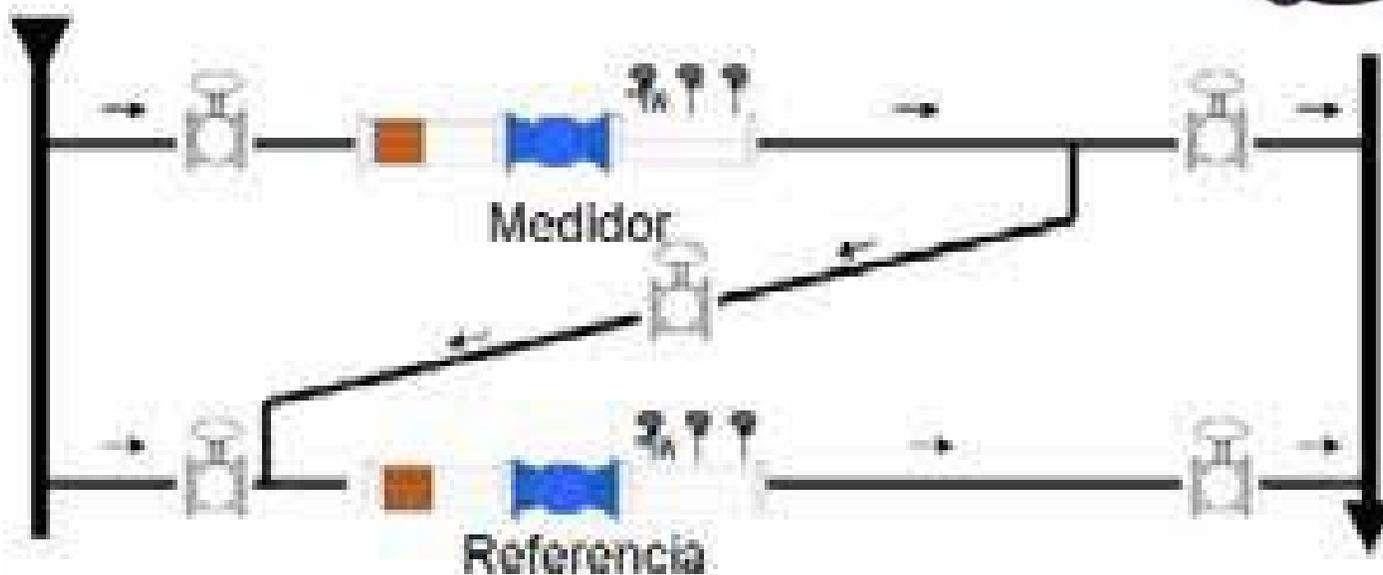
Se efectúan lecturas simultáneas de los totalizadores en el comienzo y la detención de la prueba ,comparándose el volumen indicado por el medidor maestro y el del medidor bajo prueba





Ultrasonico Master Meter

Distribución en Z



Normativa Aplicable

- **MPMS API Capítulo 4,2 Probadores de Desplazamiento**
- **MPMS API Capítulo 4.4: Medidores Maestros.**
- **MPMS API Capítulo 4.6: Interpolación de Pulsos.**
- **MPMS API Capítulo 4.8 Sistemas de Prueba**
- **NIST Handbook 105-7-2 Especificaciones y Tolerancias SVP**
- **ISO 7278/3**



MUCHAS GRACIAS