



3° Workshop de Medición en  
**Upstream y Downstream**  
de Petróleo y Gas 

**22-23**  
**AGO**



INSTITUTO ARGENTINO  
DEL PETROLEO Y DEL GAS

# Tecnologías de medición de corte de agua

- La Medición como base de la ciencia de datos

Jesús Gamarro

Agosto, 2024



# Medidor de corte de agua

## ¿Qué es un WCM?

- Los medidores de corte de agua se usan generalmente en la industria del petróleo para medir el **corte de agua del petróleo que fluye desde un pozo**, el petróleo producido desde un separador, la transferencia de petróleo crudo en tuberías y en camiones cisterna de carga
- Muchos otros procesos de fabricación producen residuos de hidrocarburos que **contienen cantidades variables de agua**

## Las aplicaciones incluyen

- Monitorización de tuberías de petróleo crudo y productos terminados
- Pruebas en pozos
- Tuberías de crudo
- Unidades LACT
- Control de separación

## Las industrias incluyen

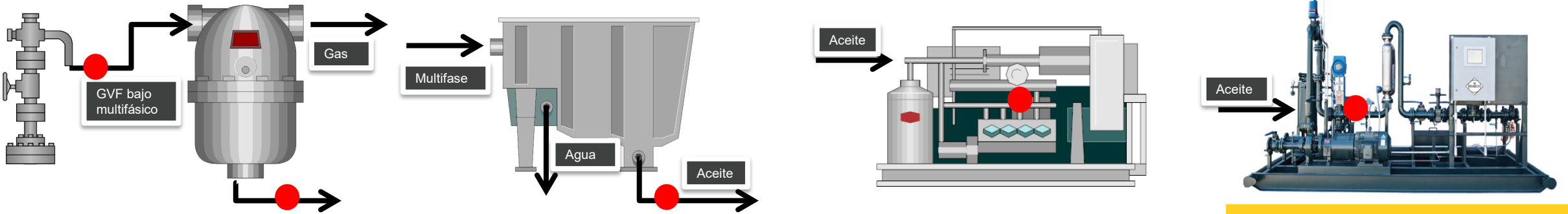
- **Petróleo y gas** 
- Fabricación de productos químicos 
- Acabado de acero y metal 

## ¿Por qué medir el agua en las operaciones de petróleo?

- Todas las ubicaciones de la industria petrolera operan bajo **estrictos permisos de descarga**. Los **costos de tratar el agua hasta un nivel descargable son altos**
- Por lo tanto, una medición precisa del agua es **crucial para determinar la economía adecuada** de un petróleo crudo



# Aplicaciones y uso de gas y petróleo upstream



## GVF Cabeza de pozo + separador de prueba de dos fases

**Qué:** Medición de agua en petróleo pesado + Separa el gas de los líquidos

**Por qué:** Medición directa en WH + gas separado para la venta o levantamiento / reinyección de gas, o prueba de pozo

**Dónde:** GVF WH + Pozos con alto GOR, bajo en petróleo o agua

**Rango:** 0-100%

**Requisitos de corte de agua:** Varía, típicamente +/- 3-5%

**Segmento y aplicación:** monitorización de activos

## Separador de tres fases

**Qué:** Separa gas, aceite y agua

**Por qué:** División de fases para un mayor procesamiento o prueba en el pozo

**Dónde:** todas las instalaciones/plantas de producción de petróleo y gas

**Rango:** 0-15%

**Requisitos de corte de agua:** <0,5% para separador de producción de exportación, < 1-2% para separador de prueba

**Segmento y aplicación:** monitorización de activos, optimización de procesos

## Patines de medición fiscal

**Qué:** Medición fiscal y de transferencia de custodia. Integración Coriolis + WCM

**Por qué:** Para transacciones comerciales / cambio de titularidad. No se permite el uso de agua ni de gas natural en el vapor de aceite vendible

**Dónde:** fijo instalado, en altamar y en tierra

**Rango:** 0-2%

**Requisitos de corte de agua:** <0,5%

**Segmento y aplicación:** asignación de socios y transferencia de custodia, medición fiscal, informes e impuestos

## Transferencia de custodia automática (LACT)

**Qué:** Mide el volumen neto y la calidad de los hidrocarburos líquidos. Integración Coriolis + WCM

**Por qué:** Para transacciones comerciales. Agua o gas natural no permitidos en petróleo vendible

**Dónde:** Desde la ubicación del arrendamiento hasta la tubería o camión

**Rango WLR:** 0-5%

**Requisitos de precisión de WC:** <0,5%

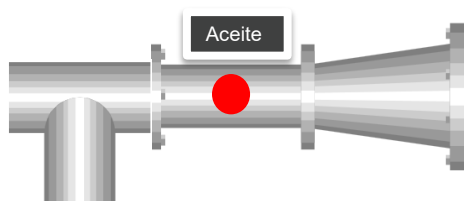
**Segmento y aplicación:** asignación de socios y transferencia de custodia, medición fiscal, informes e impuestos



Punto de medición del  
corte de agua



# Aplicaciones y uso de gas y petróleo midstream/downstream



## Tubería de transmisión

**Qué:** Monitoreo del corte de agua en los oleoductos de transmisión

**Por qué:** Evite el transporte de agua, diferentes propietarios y orígenes

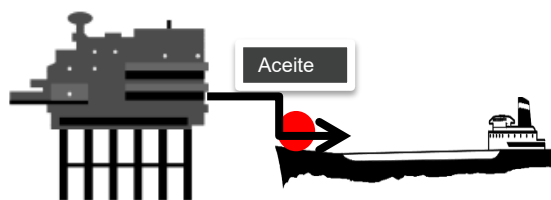
**Dónde:** En tierra, desde el sitio de producción hasta las terminales de almacenamiento

**Rango:** 0-5%

**Requisitos de corte de agua:** <0,5%

**Mercado:** Mundial

**Segmento y aplicación:** optimización del proceso, seguridad de caudal, asignación, transferencia de custodia



## Carga encendida/apagada de buques cisterna

**Qué:** Mida el corte de agua dentro y fuera de la carga

**Por qué:** Evite transportar agua (espacio muerto desperdiciado), influencia del gas en el proceso de descarga

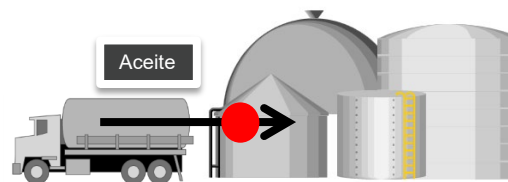
**Dónde:** plataformas en altamar, boyas o punto de descarga de puertos

**Rango:** 0-5% (más alto hacia el final)

**Requisitos de corte de agua:** <0,5%

**Mercado:** Mundial

**Segmento y aplicación:** transferencia de custodia



## Recepción y almacenamiento

**Qué:** Mida el corte de agua en la descarga del camión a los tanques

**Por qué:** Evite almacenar agua (espacio muerto desperdiciado)

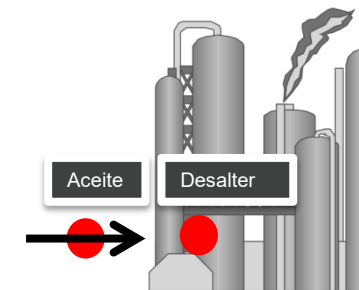
**Dónde:** Onshore

**Rango:** 0-5%

**Requisitos de corte de agua:** <0,5%

**Mercado:** Mundial

**Segmento y aplicación:** transferencia de custodia



## Refinerías

**Qué:** Mide el corte de agua antes de ingresar a la refinería y durante el proceso de desalinización, crudos de oportunidad

**Por qué:** Controle el WC en el aceite, además de evitar la sal en la columna de destilación.

**Dónde:** Todas las refinerías

**Rango:** 0-2%

**Requisitos de precisión de corte de agua:** <0,5%

**Mercado:** Mundial

**Segmento y aplicación:** transferencia de custodia, medición de cantidad y calidad fiscal



Punto de medición del  
corte de agua



# Muestreo manual para métodos de determinación de corte de agua en laboratorio/campo

- Se toman muestras del petróleo crudo para establecer (por varios métodos) la composición, la calidad, la densidad y el contenido de agua
- Para evaluar el contenido de agua del petróleo crudo se requiere que la muestra sea totalmente representativa
- Por lo tanto, la instalación del sistema de muestreo debe cumplir con algunas reglas estrictas
- ¡En general, los métodos de muestreo tienden a subestimar el agua en el aceite!

## API MPSMS 8.2 – Área recomendada de muestreo

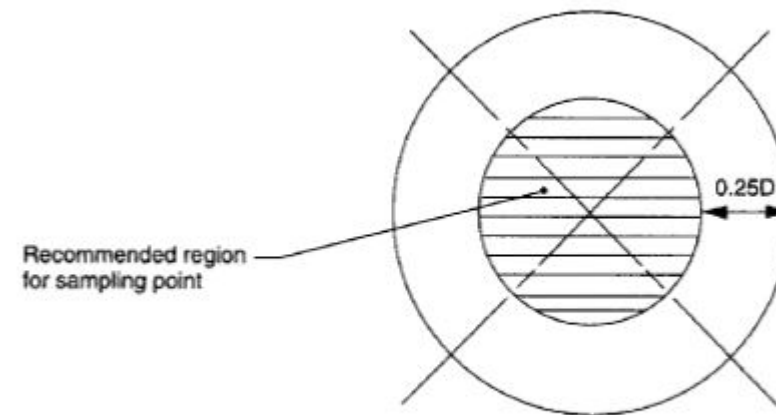
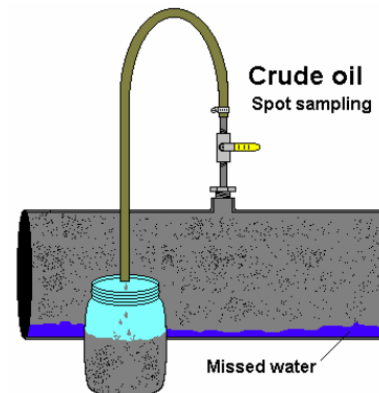


Figure 2—Recommended Sampling Area



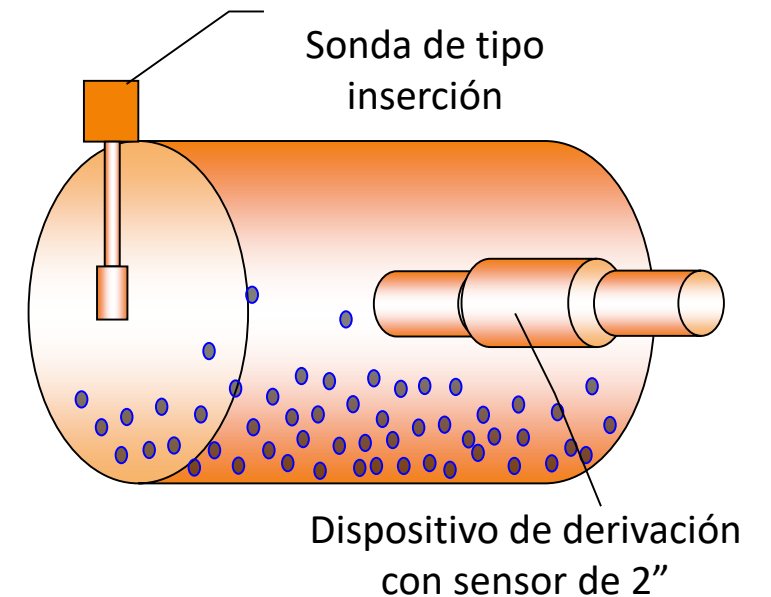


## Efecto de las tasas de caudal bajas sobre los analizadores de paso total frente a los analizadores de derivación (horizontal)

- El analizador solo medirá el agua en la sección del sensor
- Cuando se utiliza una derivación, **se introduce una incertidumbre significativa** en cuanto a qué tan bien el corte de agua en el rebufo (derivación) representa la de la corriente principal
- Se introduce una incertidumbre correspondiente **cuando se utiliza un sensor tipo inserción** en tubería de diámetro total con dispersión no homogénea del agua

Table 1—General Guidelines for Minimum Velocities Versus Mixing Elements

Mixing Element	Piping	Minimum Pipeline Velocity, meters per second									
		0	0.305	0.61	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.44	
Power mixing	Horizontal or vertical	Adequate at any velocity									
Static mixing	Vertical	Stratified	Not predictable	Adequately dispersed							
Static mixing	Horizontal	Stratified		Not predictable		Adequately dispersed					
Piping elements	Vertical	Stratified		Not predictable			Adequately dispersed				
Piping elements	Horizontal	Stratified			Not predictable			Adequately dispersed			
None	Horizontal or vertical	Stratified or not predictable									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
		Minimum Pipeline Velocity, feet per second									





# Técnicas de análisis más utilizadas

Método	Estándar de referencia	Resultado / salida	Ventajas	Desventajas
<b>Centrífuga (laboratorio)</b>	ASTM D4007	Agua y sedimentos	Rápido, común y fácil de usar.	No es el más preciso, no recoge agua emulsionada o disuelta. No permitido en el Reino Unido
<b>Centrífuga (campo)</b>	ASTM D96 (ASTM ha retirado D96 de sus normas)	Agua y sedimentos	Rápido, común y fácil de usar.	No es el más preciso, no recoge agua emulsionada o disuelta. No permitido en el Reino Unido
<b>Centrífuga (campo)</b>	API Capítulo 10.4	Agua y sedimentos	Rápido, común y fácil de usar.	No es el más preciso, no recoge agua emulsionada o disuelta. No permitido en el Reino Unido
<b>Destilación (laboratorio)</b>	ASTM D4006 (las tuberías o refinerías rara vez utilizan ASTM D4006 para las operaciones cotidianas)	Solo agua. (Se utiliza en oleoductos o refinerías para resolver una controversia entre partes que entrega y recibe)	Ciertas agencias de aduanas requieren D4006, por lo que se usa más comúnmente para crudos importados	No proporciona resultados de sedimentos. No apto para crudos que contienen alcoholes solubles en agua
<b>Karl Fischer (Titrimetría de laboratorio)</b>	ASTM D4928	Solo agua	Método estándar de medición del agua debido a su velocidad y precisión	Los resultados no incluyen sedimentos. Mayor mantenimiento, QA/OC en funcionamiento para sobrevivir la validez
<b>Medidores de corte de agua en línea</b>	API TR 2570 (nota: no es una norma) Medición continua en línea del contenido de agua en el petróleo (Petróleo crudo y condensado). Sólo aplicaciones que no son de transferencia de custodia	Corte de agua primario	Dependiendo de, por ejemplo, la tecnología, el diseño y el uso	Dependiendo de, por ejemplo, la tecnología, el diseño y el uso

El resultado del análisis está limitado por la representatividad de la muestra empleada



# Medidores de corte de agua en línea

- El medidor de corte de agua **full bore por resonancia de microondas**, se puede utilizar **para mediciones de producción en Upstream hasta aplicaciones en refinerías**
- Paso total, permite medir continuamente el contenido de agua en el aceite, mínimamente afectado por homogeneidad de la corriente.
- Función AutoZero, mediante input de densidad, permite corregir automáticamente por cambios en composición del crudo y/o salinidad del agua.
- Aplicación típica 0 – 50% BSW. Incertidumbre 0.05% (0-1% BSW) o 5% o.r (1-50% BSW)
- Opcionalmente, rango extendido 50-100% BSW mediante input de densidad.
- Tamaños nominales 1” a 32”







# Ventajas clave del medidor de corte de agua en línea

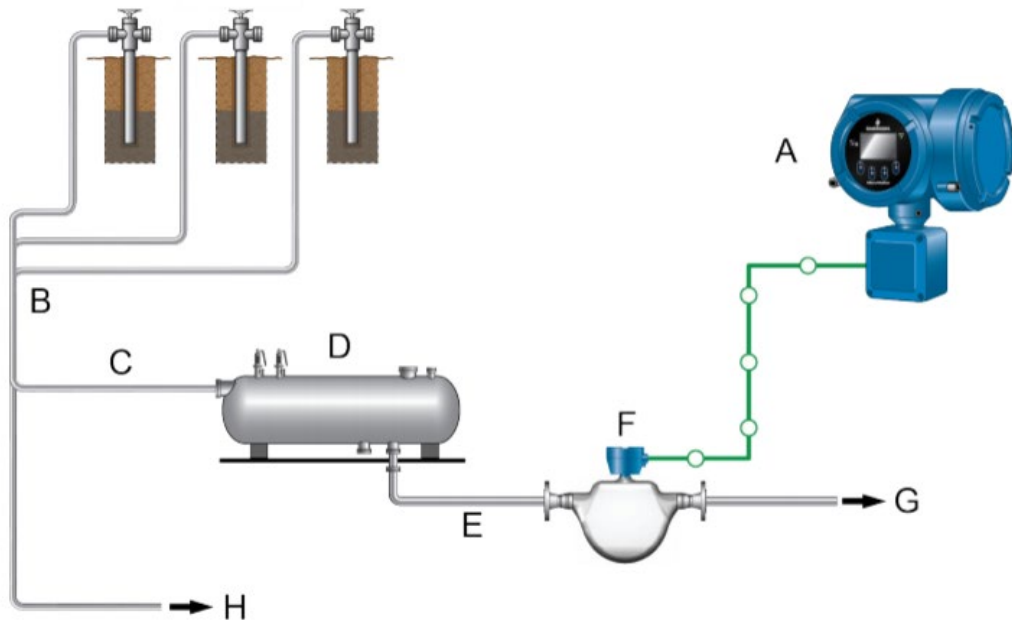
- La resonancia de microondas garantiza una medición precisa **en todos los rangos de corte de agua** y no se requiere una recalibración periódica
- El impacto del caudal no homogéneo se minimiza **con medición de paso total**
- Medición continua en tiempo real, **mayor sensibilidad y estabilidad a largo plazo**
- **Compensación automática** para temperatura del proceso
- Si se combina con un **medidor Coriolis** permite la medición de caudal en dos fases, con funciones específicas como AutoZero\*



\* No todos los medidores en línea tienen esta capacidad



# Cálculo Crudo Neto – Caudalímetro Coriolis



- La aplicación NOC puede proporcionar mediciones en tiempo real del corte de agua. **Se basa en la medición de densidad y temperatura del fluido, provistas directamente por un caudalímetro Coriolis.**
- Cuando se conoce el valor de corte de agua, se puede calcular el flujo de volumen neto de aceite y el flujo de volumen de agua neto.
- El flujo volumétrico neto de aceite y el flujo volumétrico neto de agua también se pueden calcular con el software Advanced Phase Measurement a partir de los datos de densidad de corriente. **Todas las tasas de volumen se pueden obtener directamente en condiciones corregidas de temperatura según tablas API.**



3° Workshop de Medición en  
**Upstream y Downstream**  
de Petróleo y Gas 

**22-23**  
**AGO**



INSTITUTO ARGENTINO  
DEL PETROLEO Y DEL GAS

**Muchas gracias**