



# MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD DE POZOS AFECTADOS POR DEPOSICIÓN DE PARAFINAS EN VACA MUERTA

*Savoy E., Ucan S., Martinez J.F., Gonzalez Day L., Moll G., Monti L: YPF S.A.*

*Ramirez J., Palmerio, D., Cano N.: Y-TEC*



## AGENDA

- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones



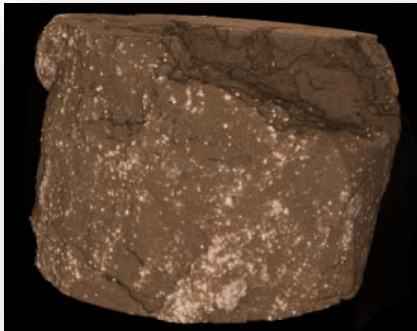
## AGENDA

- **Objetivos**
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones



## OBJETIVOS

- Establecer una metodología estándar de muestreo y mediciones para identificar y caracterizar parafinas.
- Proporcionar una guía base para optimizar las condiciones de operación y también las técnicas de terminación.
- Explorar las mejores prácticas de remediación en base a las características del fluido y configuraciones de pozos.





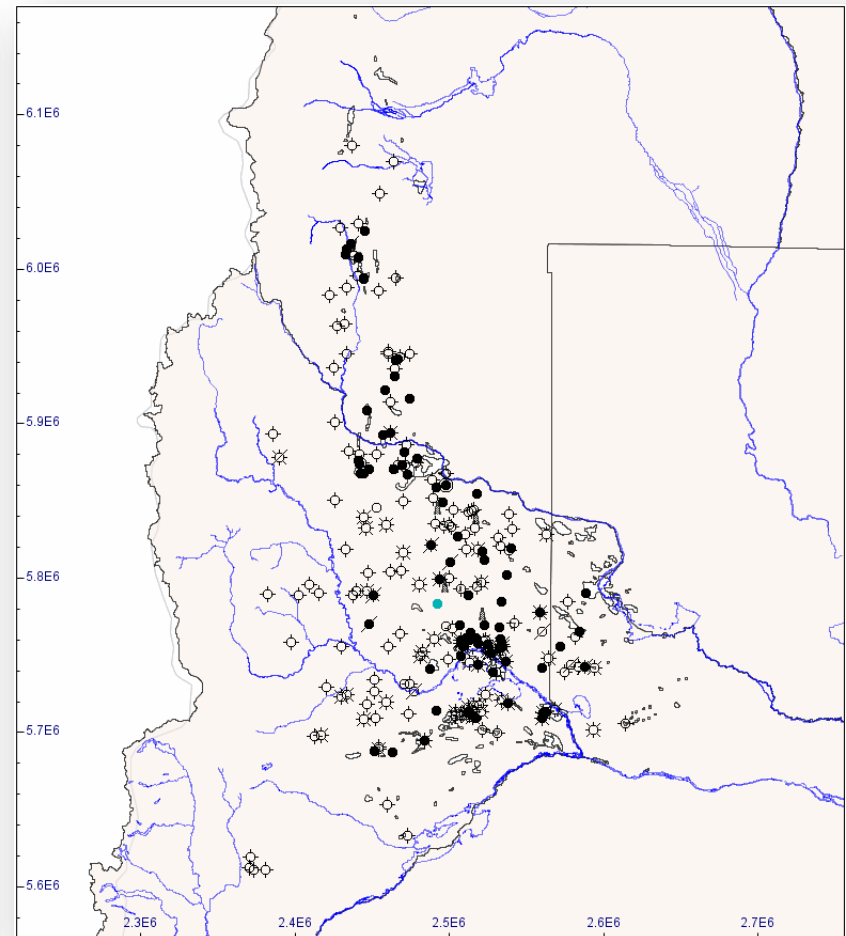
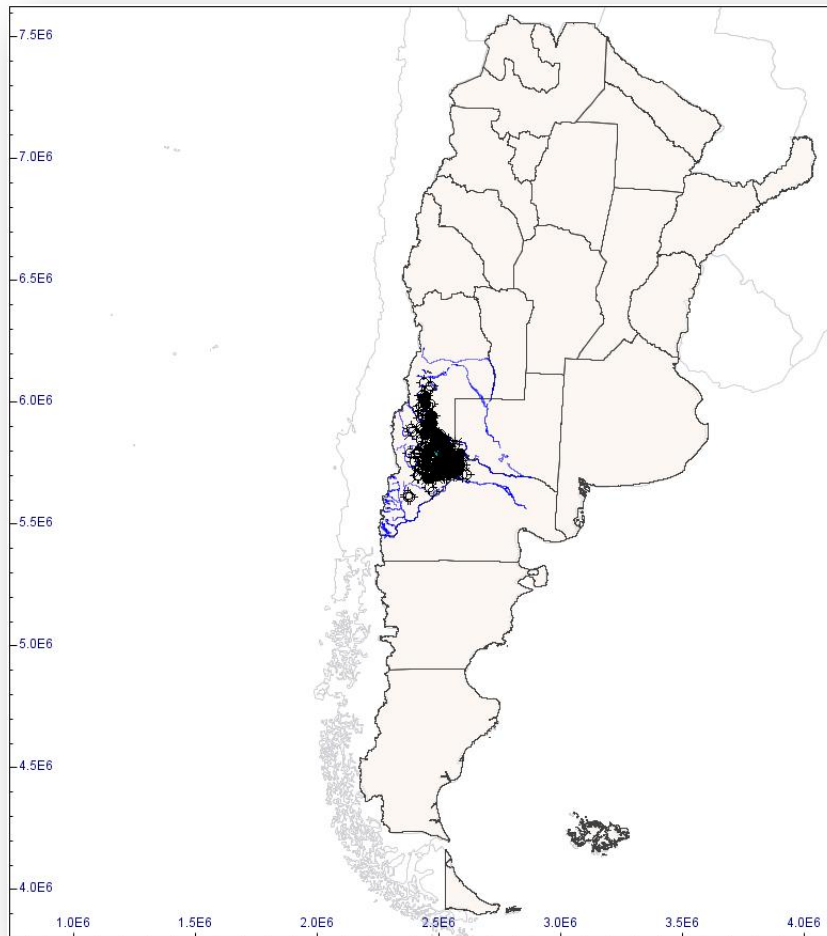
## AGENDA

- **Objetivos**
- **Introducción**
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones



# INTRODUCCION

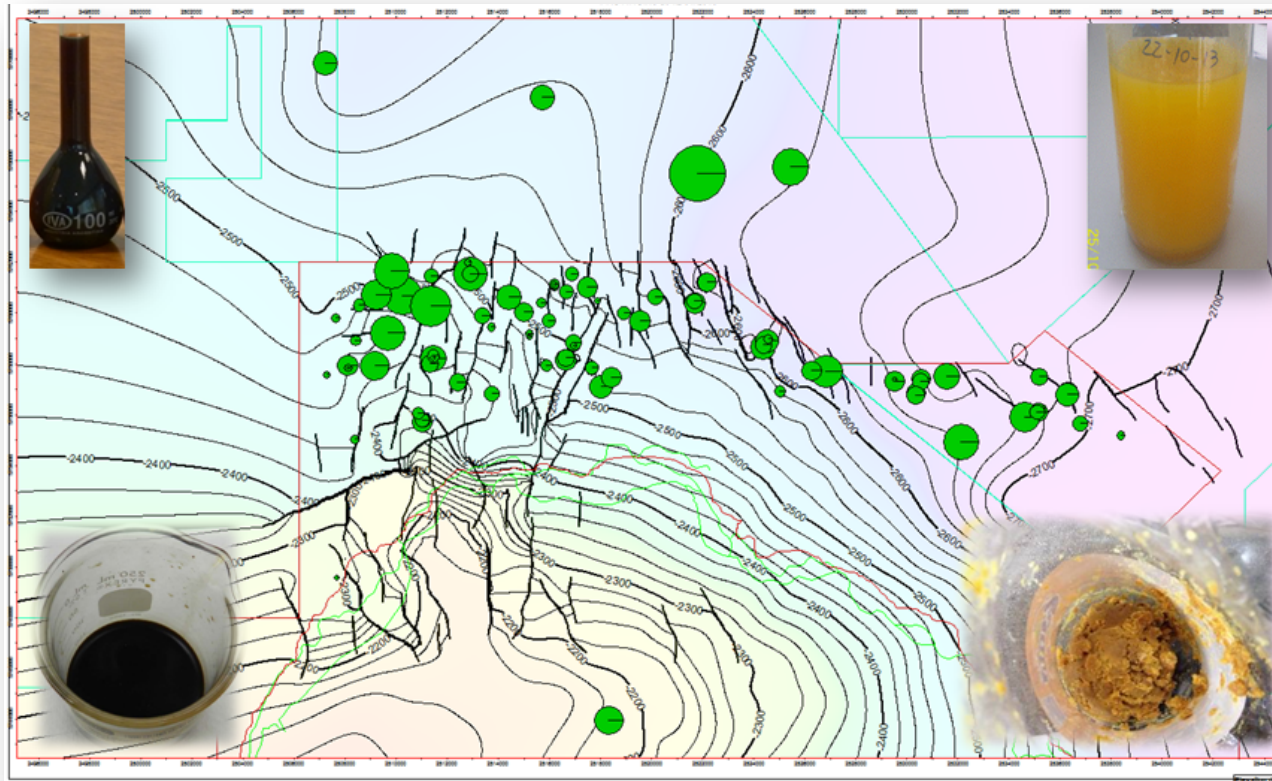
## Ubicación Regional





## INTRODUCCION

### Mapa de distribución de parafinas. Contenido (% w)



El contenido de parafinas depende de:

- Ubicación y tiempo
- Condiciones de operación y de pozo
- Procedimientos de muestreo

Mapa estructural al tope de VM





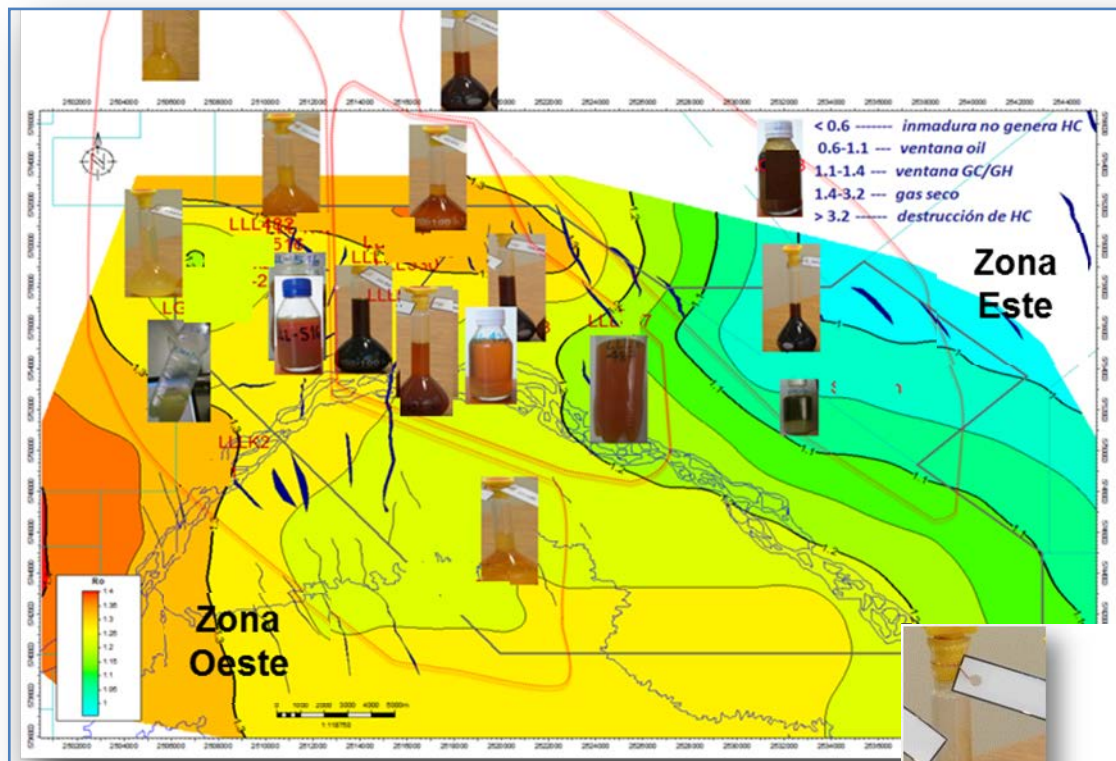
## AGENDA

- **Objetivos**
- **Introducción**
- **Muestreo & Ensayos de Laboratorio**
- **Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación**
- **Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas**
- **Métodos Preventivos/Correctivos**
- **Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal**
- **Resultados de las Pruebas Piloto**
- **Conclusiones**



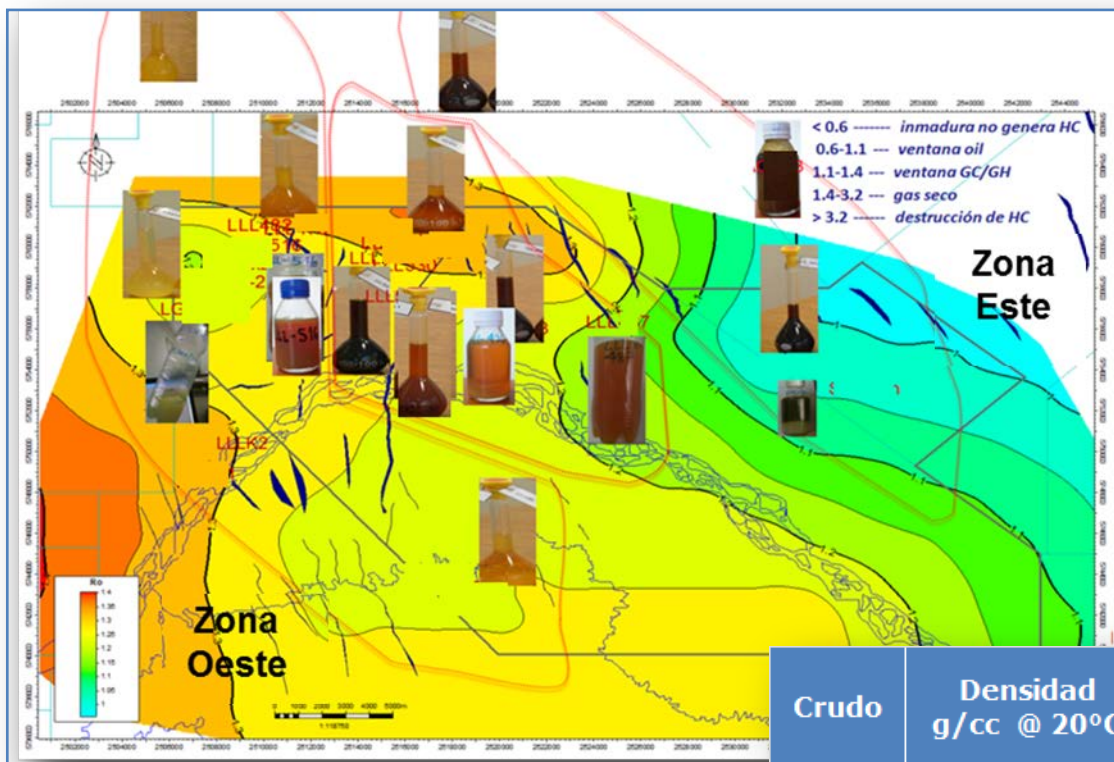


## MUESTREO & ENSAYOS DE LABORATORIO





## MUESTREO & ENSAYOS DE LABORATORIO



### Muestras Seleccionadas



AG-1

AG-2

AG-3

Crudo	Densidad g/cc @ 20°C	Viscosidad (cP) g/cc @ 50°C	Viscosidad g/cc @ 15°C	Asfaltenos (% W)
AG-1	0.82	2.97	12.2	
AG-2	0.83	3.18	19.9	0.22
AG-3	0.83	3.14	12.4	0.15

AG-1: Vertical: Zona Este, Vaca Muerta

AG-2: Horizontal: Zona Este, Vaca Muerta, nivel medio

AG-3: Horizontal: Zona Este, nivel más profundo



## MUESTREO & ENSAYOS DE LABORATORIO

### Muestras de Superficie

- Ensayo de viscosidad a distintas temperaturas en un viscosímetro rolling-ball sobre la muestra tomada en boca de pozo (70 Kg/cm<sup>2</sup> y 44 °C)
- Cálculo de gradiente dinámico de presión y temperatura con caracterización composicional
- Verificación con gradiente dinámico medido

### Muestras de Fondo de Pozo

- Ensayo PVT
- Estudio de parafinas y asfaltenos

### Muestra Sólida





## AGENDA

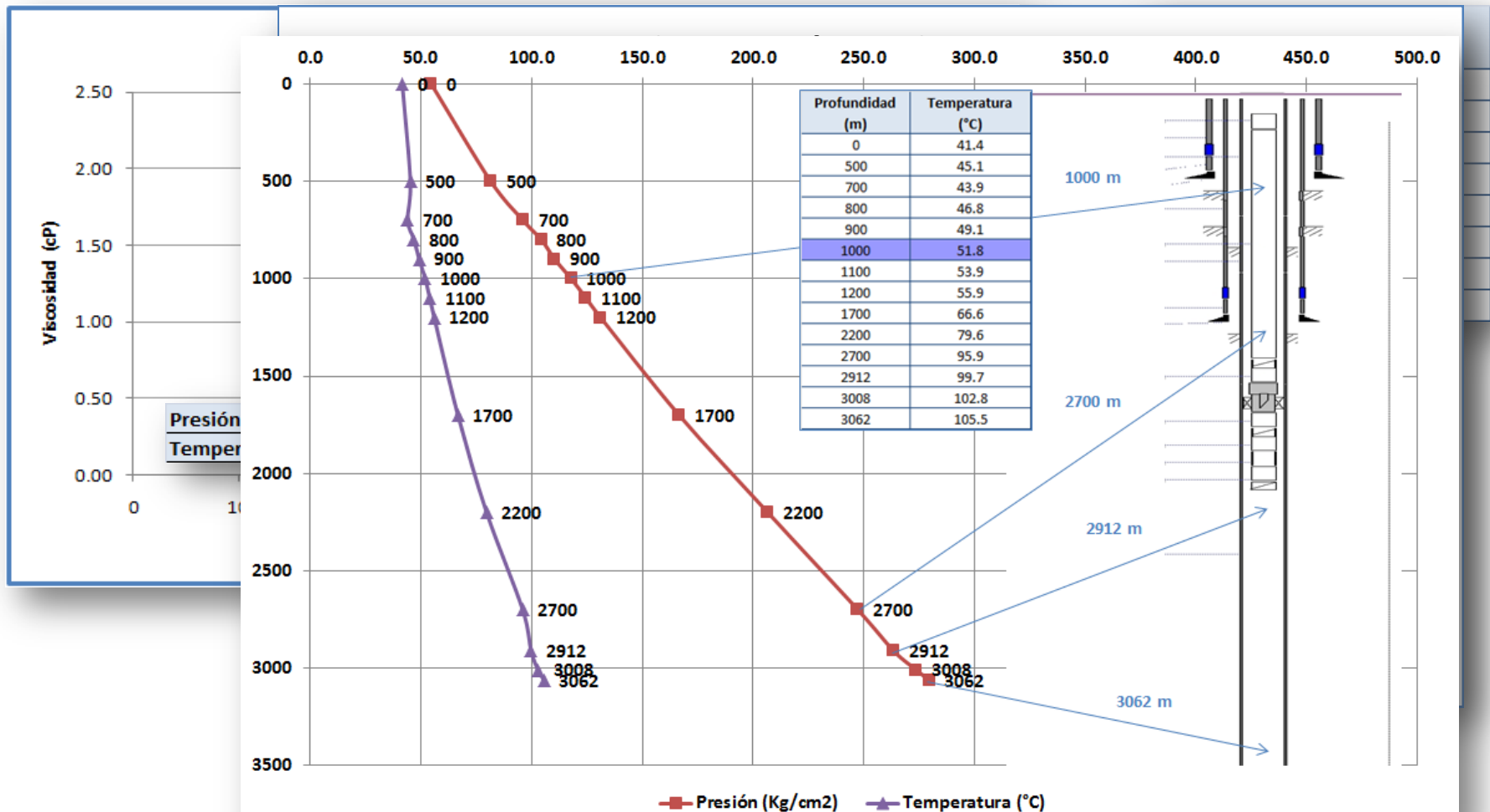
- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- **Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación**
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones





# CARACTERIZACIÓN Y CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN DE PARAFINAS

## Muestras de Boca de Pozo





# CARACTERIZACIÓN Y CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN DE PARAFINAS

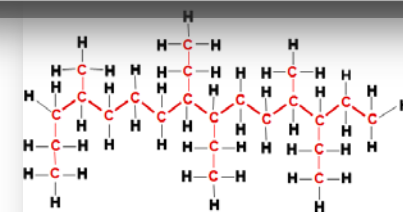
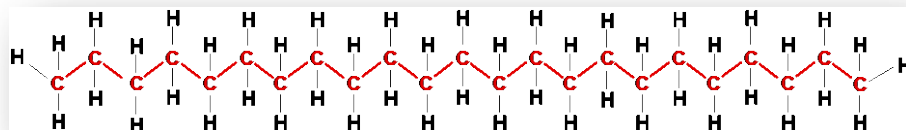
Muestras de Fondo de Pozo, tomadas por duplicado del mismo pozo

**TABLE 12**  
**RESULTS OF WAX RELATED TEMPERATURE MEASUREMENTS**

Measured Parameter Description	Temperature °C
Wax Dissociation Temperature (WDT)	51.8
Wax Appearance Temperature (WAT)	38.4
Pour Point	-17.8

**TABLE 12**  
**RESULTS OF WAX RELATED TEMPERATURE MEASUREMENTS**

Measured Parameter Description	Temperature °C
Wax Dissociation Temperature (WDT)	36.3
Wax Appearance Temperature (WAT)	26.4
Pour Point	-12.2





# CARACTERIZACIÓN Y CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN DE PARAFINAS

Muestras de Parafina Sólida, tomada del mismo pozo

TABLE 3  
SARA ANALYSIS RESULTS

Sample Description	De-asphalt Solvent	Saturates Wt%	Aromatics Wt%	Resins Wt%	Asphaltenes Wt%	Inorganic Wt%	Total Wt%
Tubing Solid Sample	Pentane	33.41	2.45	0.44	44.35	19.35	100.00

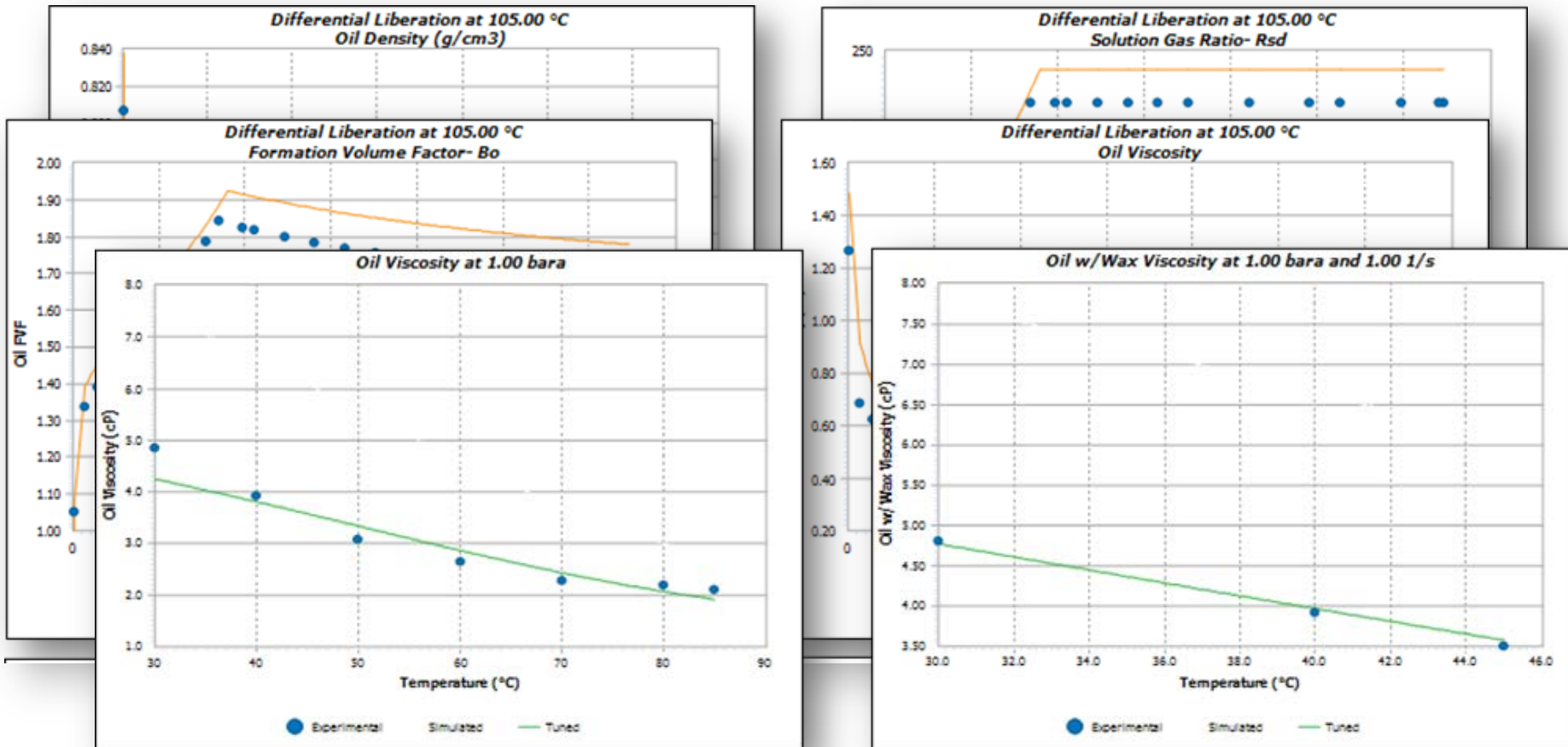






# CARACTERIZACIÓN Y CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN DE PARAFINAS

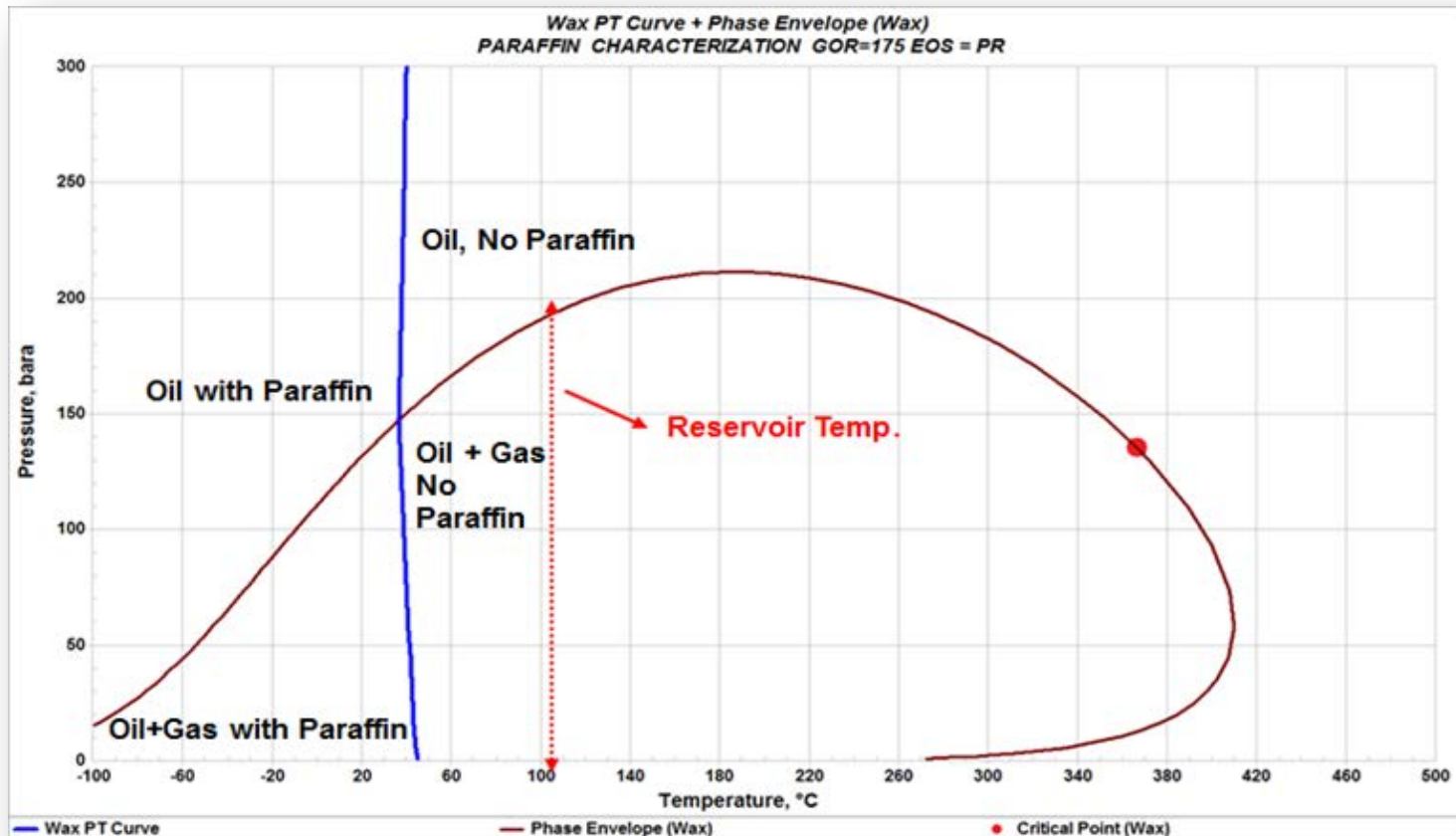
## Ajuste de datos de la liberación diferencial





# CARACTERIZACIÓN Y CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN DE PARAFINAS

Envolvente de fase, ventana de parafinas





## AGENDA

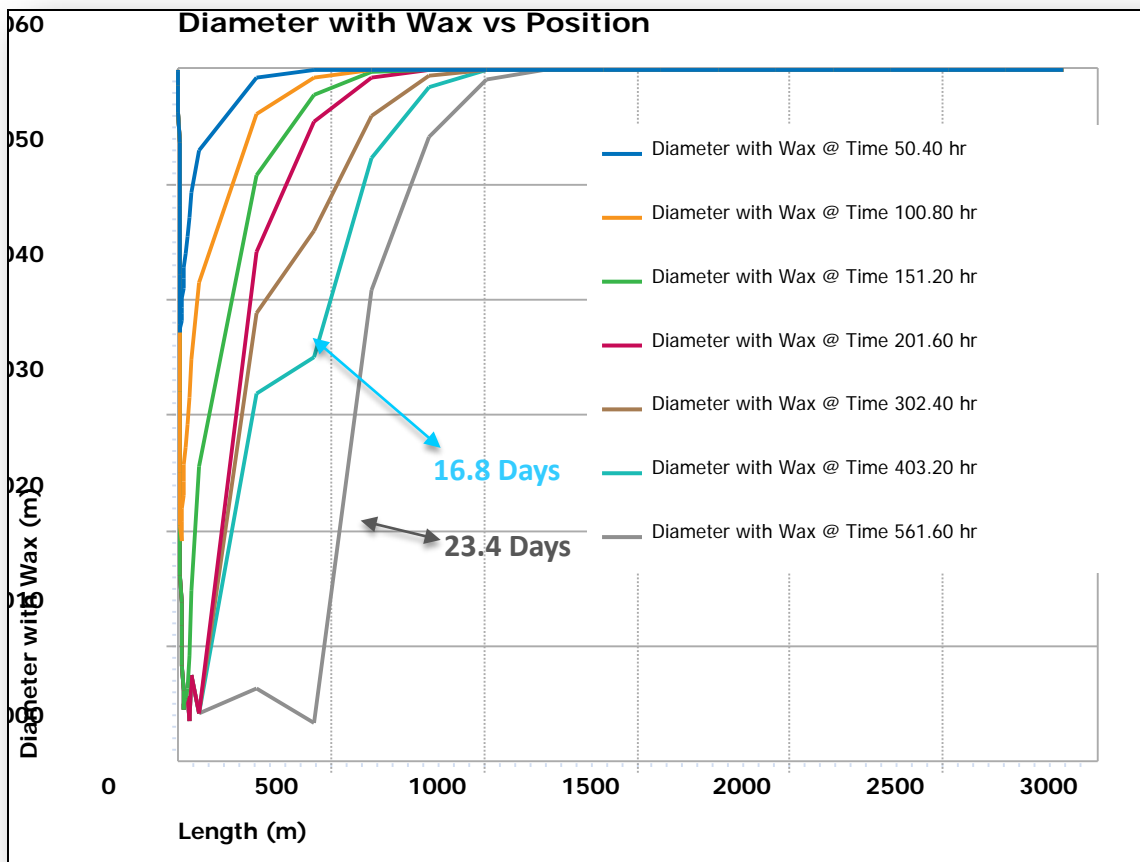
- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- **Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas**
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones



# MODELO DE SIMULACIÓN DE DEPOSICIÓN DE PARAFINAS

Variación del Diámetro del Tubing con el Tiempo

Diámetro Interno Tubo D= 0.06 m ( 2.32”)



Condiciones de contorno de entrada:

T= 105 °C

Caudal de Flujo Másico:

Q= 156 Kg/hr

P= 197 Bar

Condiciones de contorno de salida:

T= 21.8 °C

Caudal de Flujo Másico:

Q= 156 Kg/hr

P= 19.6 Bar

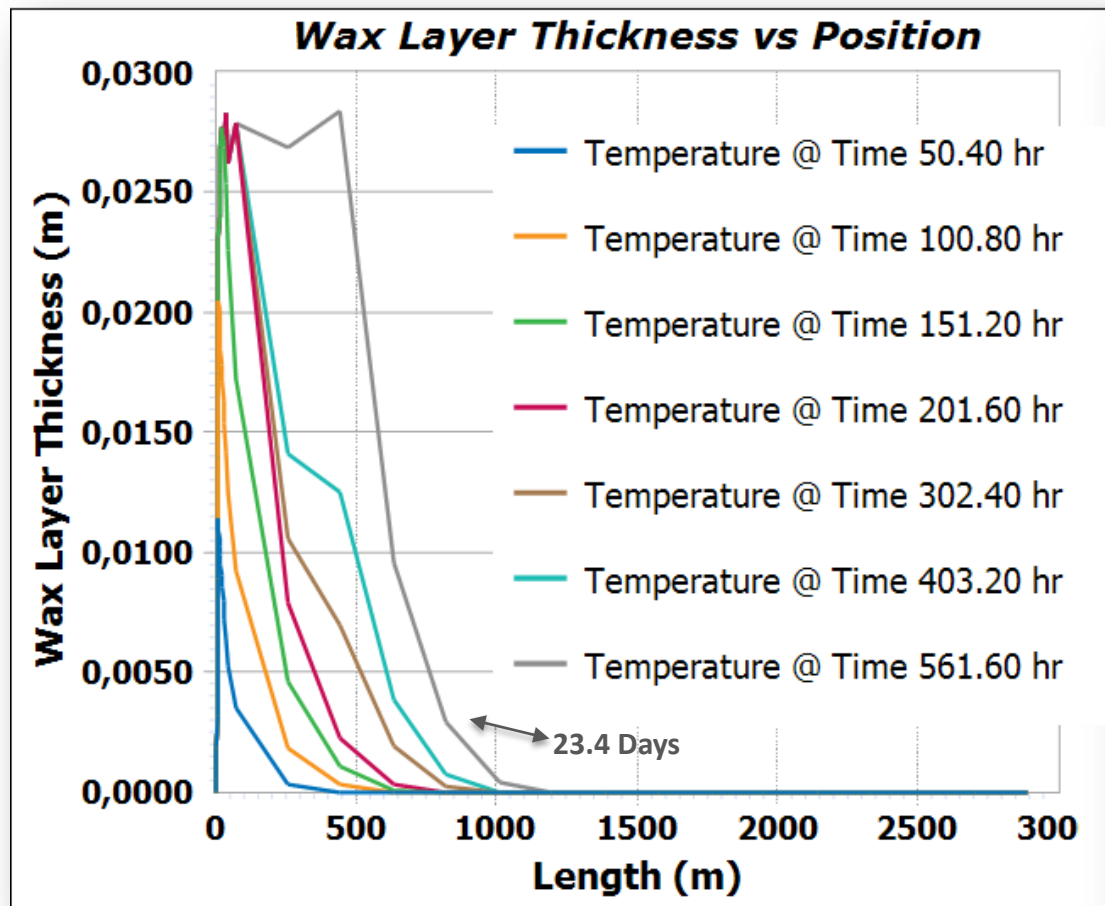
Conductividad Térmica Promedio

K= 23842 mW/(m°C)



# MODELO DE SIMULACIÓN DE DEPOSICIÓN DE PARAFINAS

Espesor de la Capa de Parafinas vs. Posición



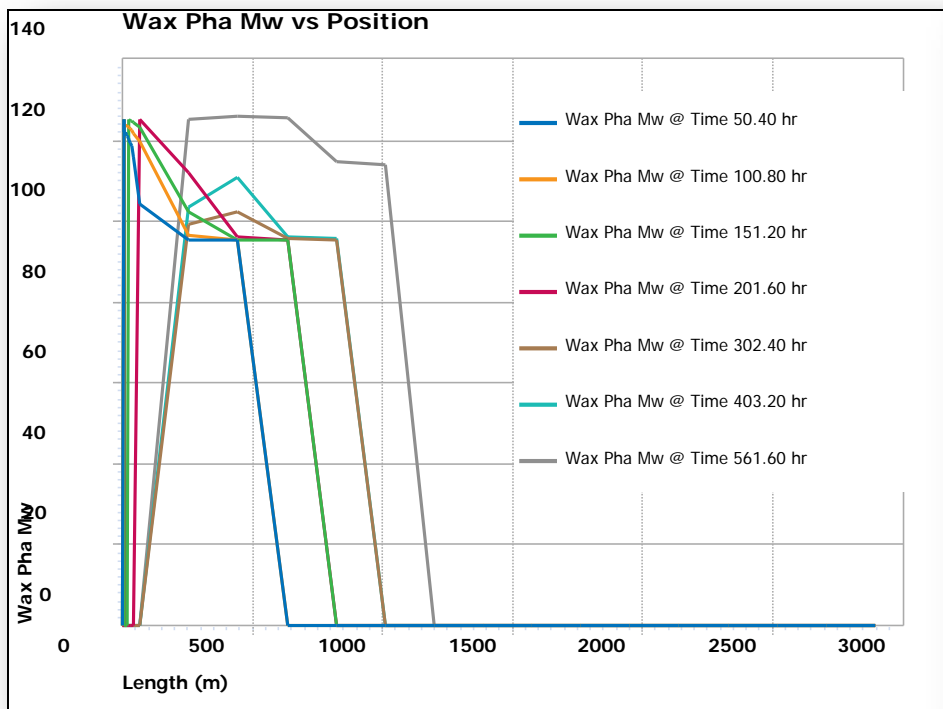
**Diámetro Interno Tubo  
D= 0.06 m ( 2.32")**



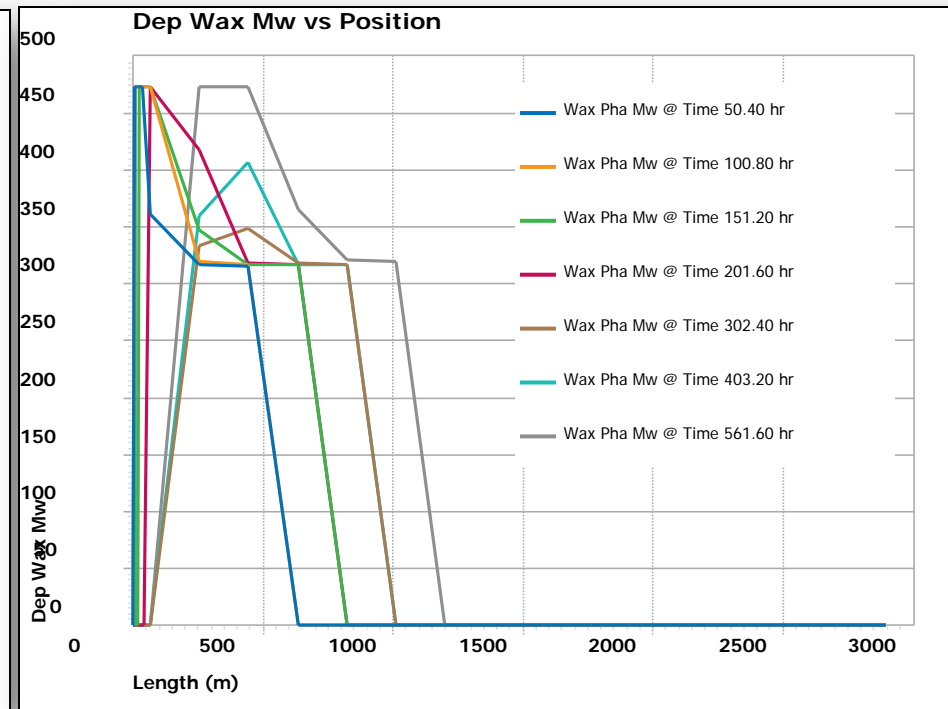
# MODELO DE SIMULACIÓN DE DEPOSICIÓN DE PARAFINAS

## Peso Molecular y Profundidad de la Parafina vs. Posición

### Peso Molecular de la Parafina Fluyente



### Peso Molecular de la Parafina Sólida Depositada





## AGENDA

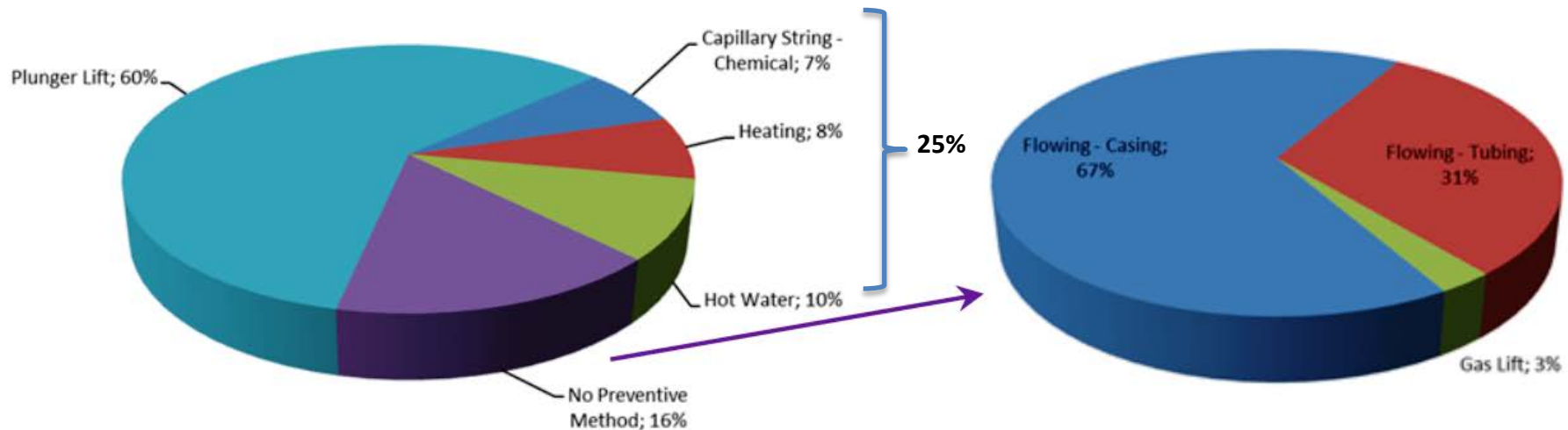
- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- **Métodos Preventivos/Correctivos**
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones





## MÉTODOS PREVENTIVOS /CORRECTIVOS

Métodos Preventivos Aplicados en todo Loma Campana; 472 pozos

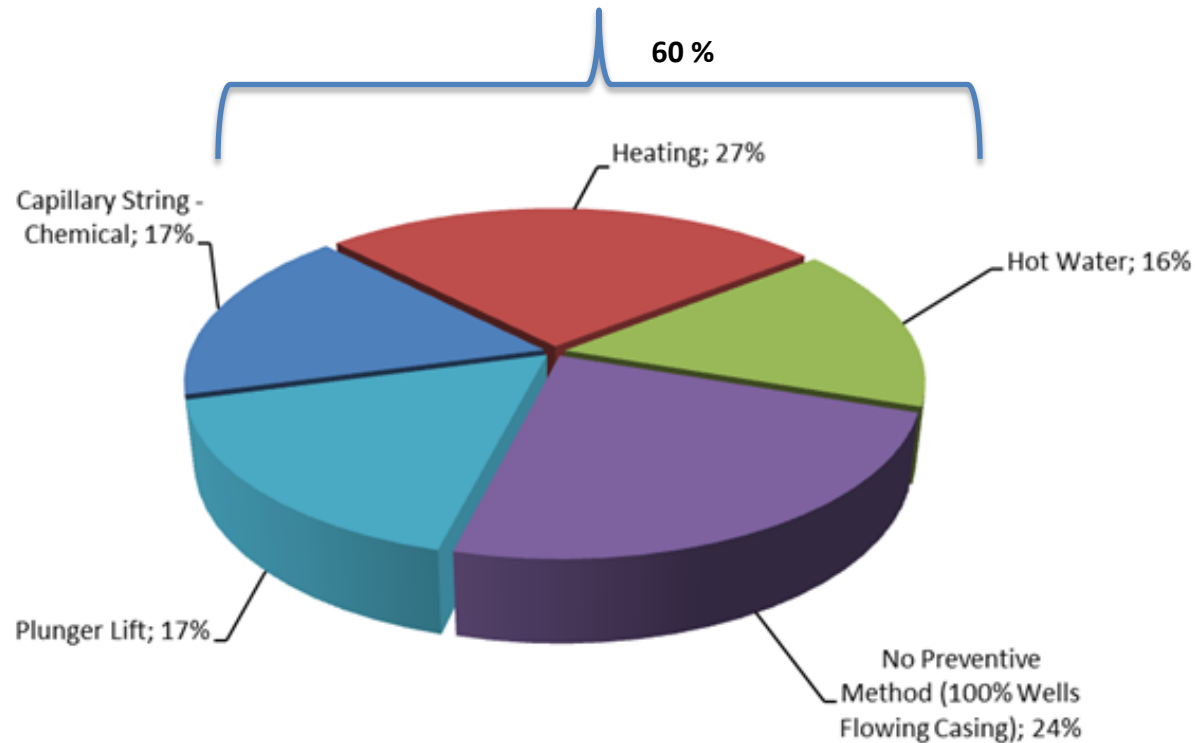


METODO REMEDIACIÓN	PERÍODO INTERVENCIÓN
Sin método preventivo	< 30 días
Hot Water	2 a 3 meses
Plunger Lift	4 a 6 meses
Cinta Calefactora	> 1 año



# MÉTODOS PREVENTIVOS /CORRECTIVOS

Métodos Preventivos Aplicados en la Zona Este de Loma Campana



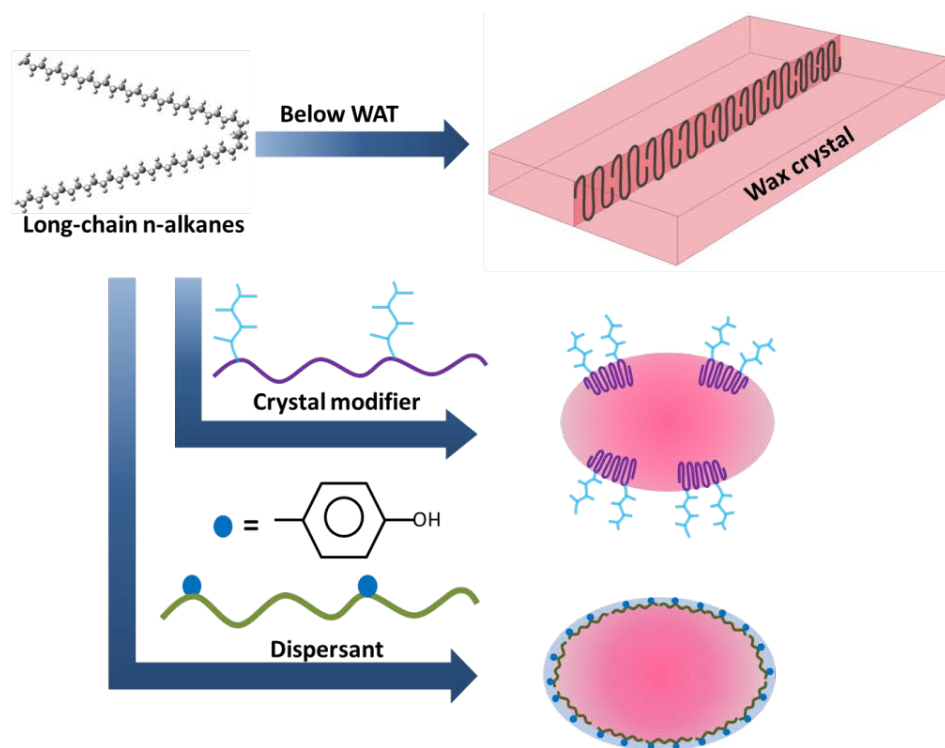


## AGENDA

- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- **Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal**
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones

# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

## Mecanismos de los Aditivos



Los Aditivos Químicos pueden ser efectivos debido a

- ✓ Reducción del tamaño de los cristales
- ✓ Cambios en la morfología de los cristales
- ✓ Reducción de viscosidad

**Crystal Modifiers (Ester copolímero)**

**Dispersantes (Fenol polialquilado)**



# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

Imágenes Microscópicas de cristales de parafina

**A04 : Dispersante**

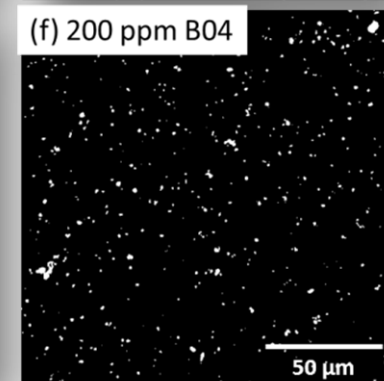
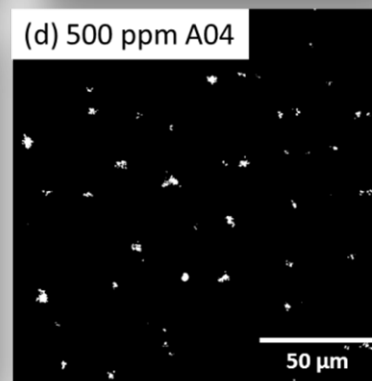
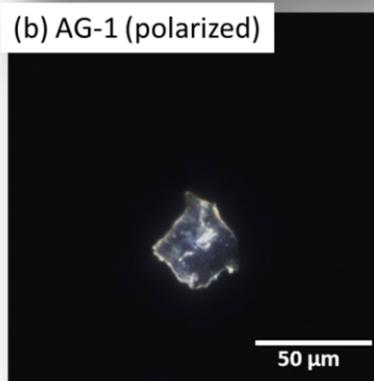
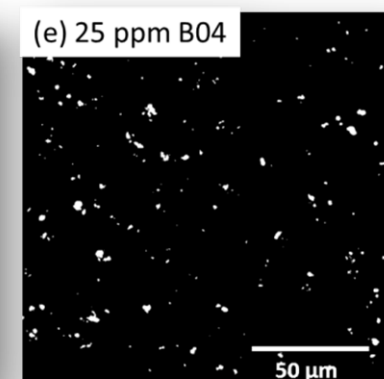
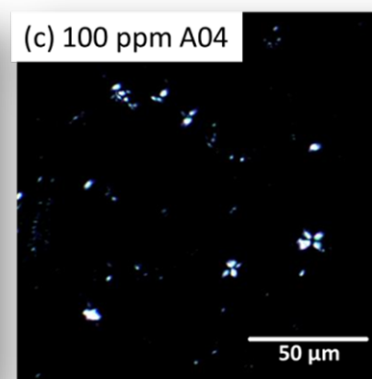
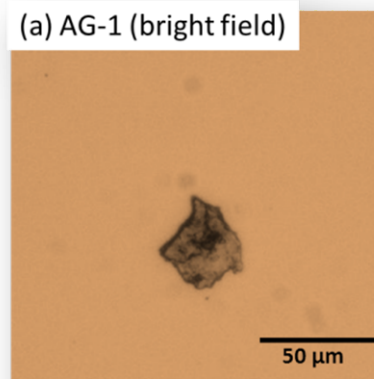
**B04 : Crystal Modifiers**

**Mediciones de Ángulo de Contacto**

**Acero recubierto en Salmuera:  
 $102.6 \pm 0.2^\circ$**

**Con A04 :  $66.7 \pm 3.2^\circ$**

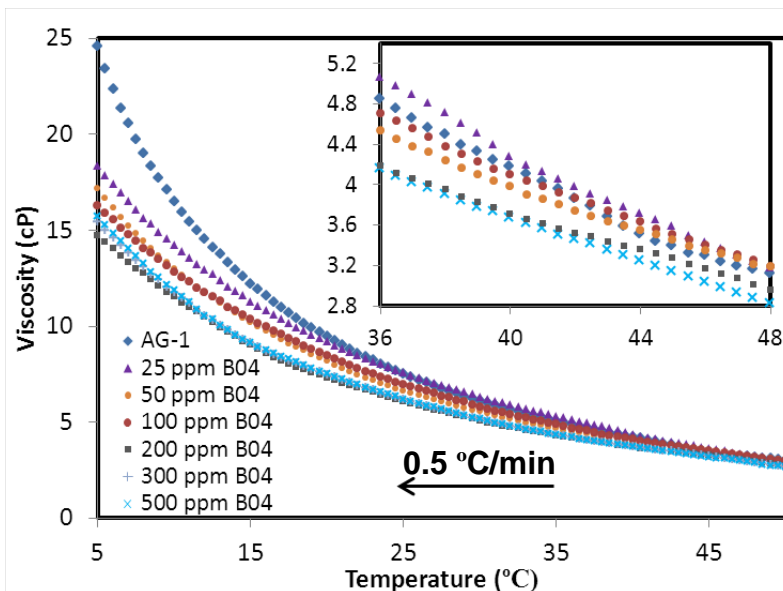
**Con B04:  $101.4 \pm 0.4^\circ$**



# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

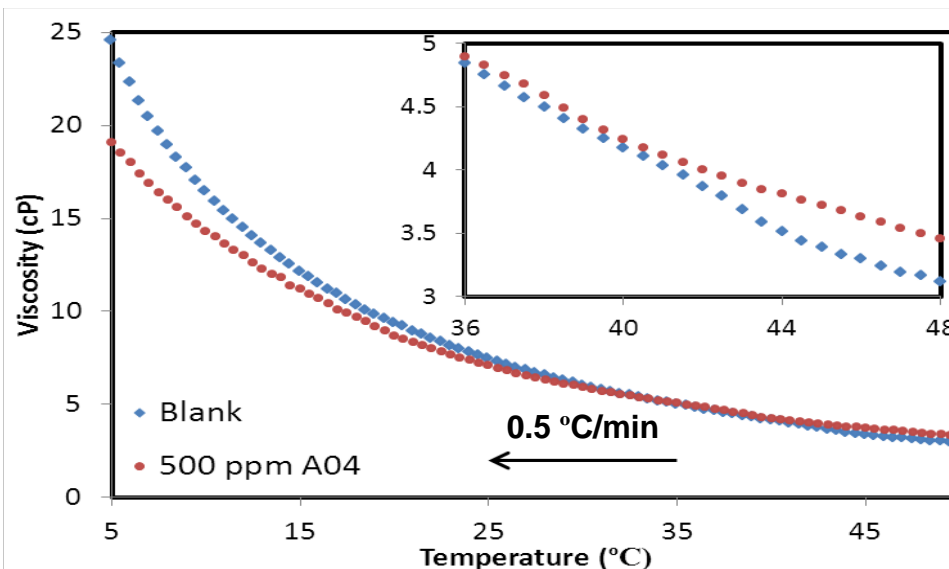
Variación de la viscosidad del crudo con aditivos y con temperatura

**B04 (Crystal Modifiers) en AG-1**



**WAT: 44.5 °C (blanco), 40-38 °C (25-500 ppm B04)**  
**Viscosidad @ 5 °C: 24.6 cP (blanco), 14.7 cP (200 ppm B04)**

**A04 (Dispersante) en AG-1**

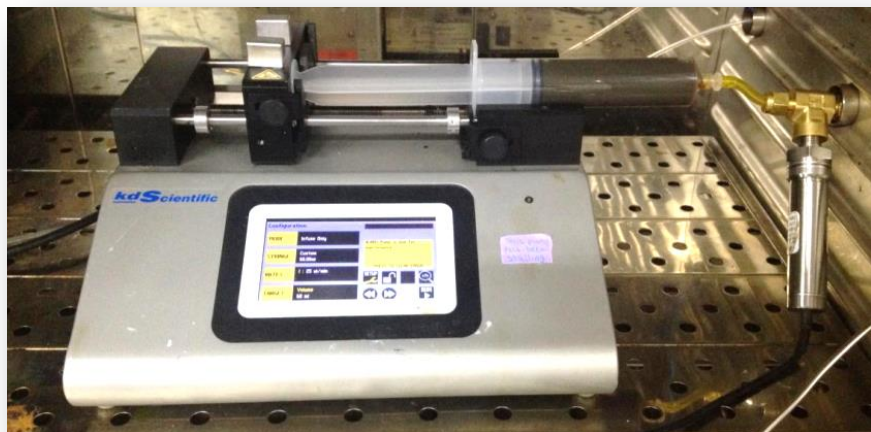


**WAT: 44.5 °C (blanco) , 40.5 °C (500 ppm A04)**  
**Viscosidad @ 5 °C (blanco): 24.6 cP, 19.1 cP (500 ppm, A04)**



# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

## Pruebas de Flujo: Equipo experimental



Baño de aire 55 °C; tubo 25 °C.

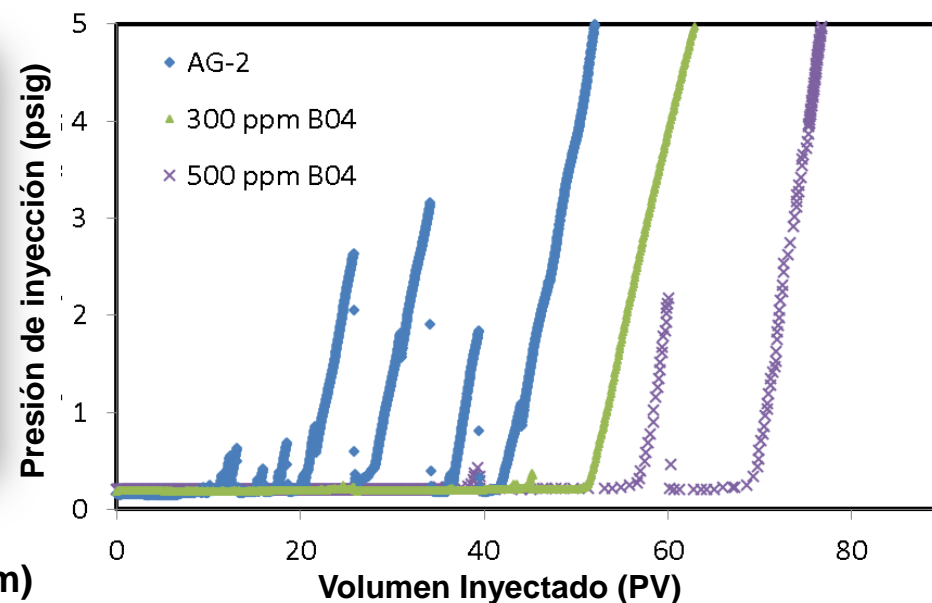
Volumen del tubo: 0.167 ml (30 cm long, ID 0.84 mm)

Caudal de inyección: 4.5 to 36 PV/hr

Número de Reynolds: < 1

Máxima caída de presión :~16 psig

## Perfiles de presión de inyección B04 @ 4.5 PV/h



Crystal Modifiers

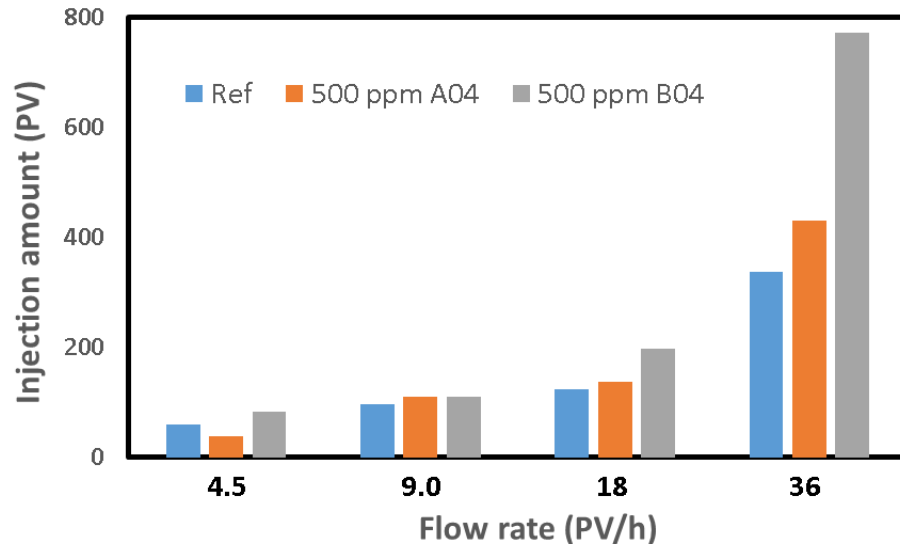




# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

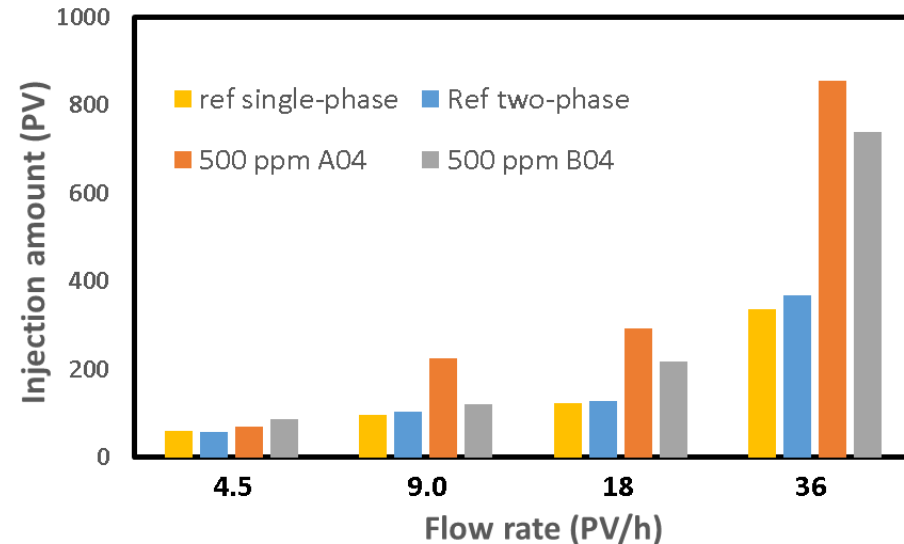
## Efecto de aditivos químicos en pruebas de flujo laminar

### Sin Agua



**B04 funciona mejor que A04**  
**A altos caudales de flujo y sin agua**

### Con Agua: 4%



**A04 funciona mejor que B04**  
**A04 es más sensible a la velocidad  
de flujo y a la presencia de agua**

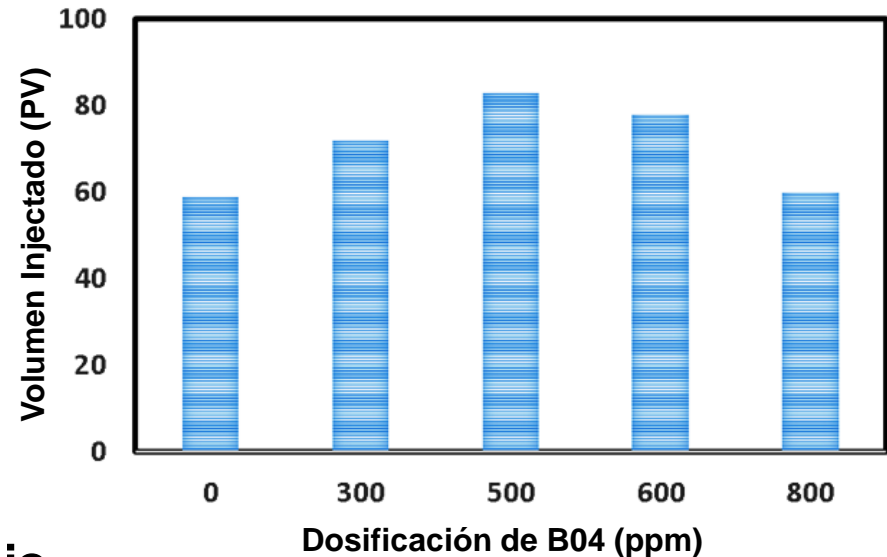


# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

Efecto de la Dosificación de B04 @ 4.5 PV/h

Tendencia inversa de 500 to 800 ppm, debido al alto peso molecular de B04

Consistente con mediciones de viscosidad



## Resultados de los Ensayos de Flujo

- *Crystal modifier (B04) es poco afectado por la presencia de agua.*
- *El dispersante (A04) es más efectivo cuando hay agua en el sistema.*
- *El dispersante (A04) es más sensible a la velocidad de flujo.*
- *La efectividad química es más pronunciada a mayores velocidades de flujo.* \*RERI



# TRATAMIENTOS QUÍMICOS: DISPERSANTES/INHIBIDORES CM

Ensayo de inhibidores sólidos @ P y T de Reservorio



1. **Blanco: parafinas + a.d.**  
*Deposición de parafinas en frasco y buzo*
2. **Parafinas+ a.d. + “Prod” líq @ P&T Res**  
*Deposición de parafinas en frasco y buzo*
3. **Parafinas + a.d. + “NoWax” Liq (Original)**  
*Poca deposición de parafinas en frasco, y buzo*
4. **Parafinas + a.d. + “NoWax” Sólido**  
*Poca deposición de parafinas en frasco  
Mucha deposición en el buzo, con partículas de “Producto” sólidas encapsuladas*



## AGENDA

- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- **Resultados de las Pruebas Piloto**
- Conclusiones





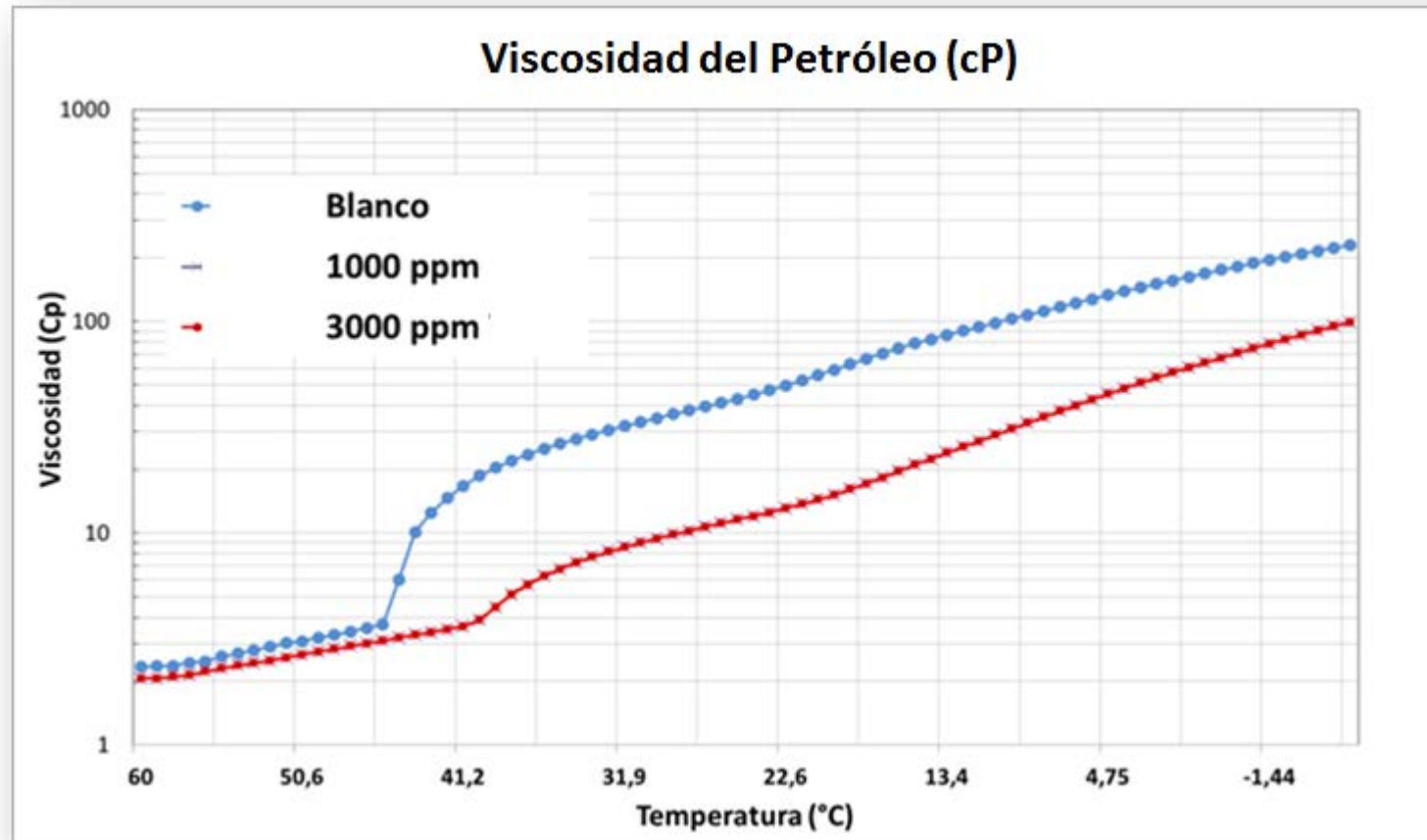
## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PILOTO

- Tres Meses
- Sin Intervenciones Correctivas (Hot-Oil/Pulling)
- Contenido Incremental de Parafinas en Superficie
- Presión Estabilizada





## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PILOTO

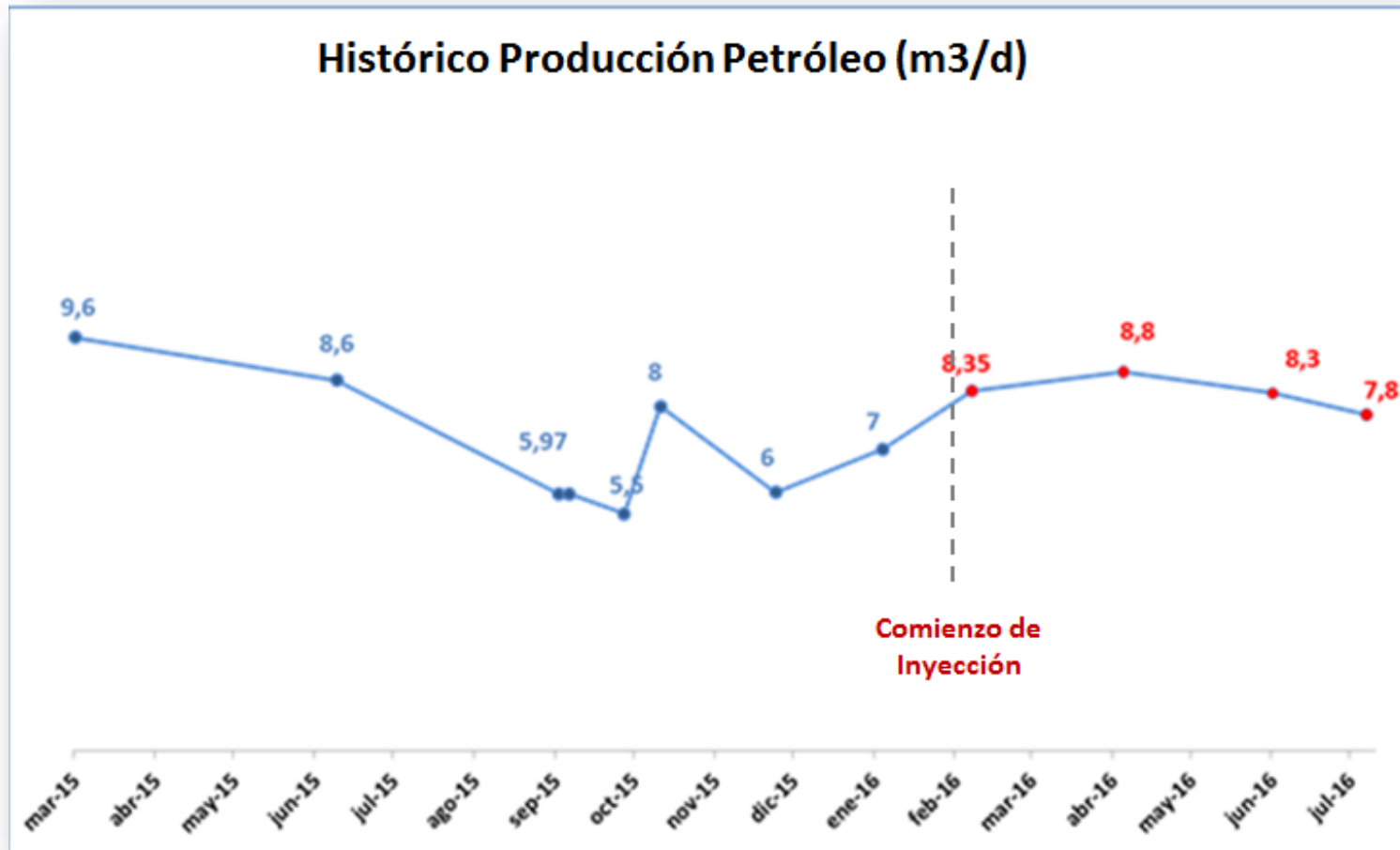


SE OBSERVA UNA DISMINUCIÓN DE LA VISCOSIDAD EN LAS MUESTRAS ADITIVADAS CON DISPERSANTE YPF  
NO SE OBSERVA VARIACIÓN ENTRE DOSIS DE 1.000 Y 3.000 PPM

\* YPF Downstream Química



## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PILOTO

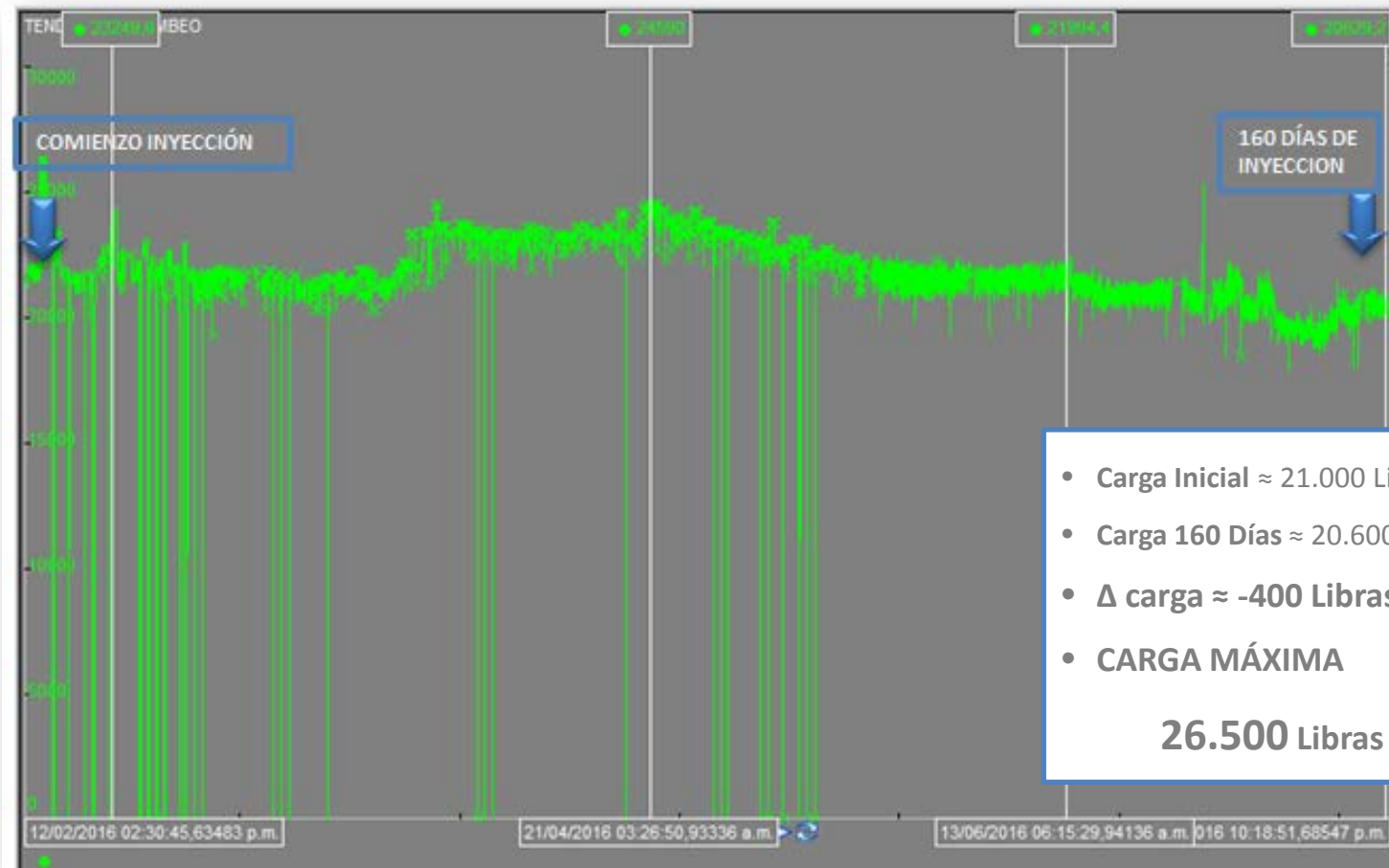






## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PILOTO

### Carga Equipo de Bombeo (lb)





## AGENDA

- Objetivos
- Introducción
- Muestreo & Ensayos de Laboratorio
- Caracterización de Parafinas y Condiciones de Precipitación
- Modelo de Simulación de Deposición de Parafinas
- Métodos Preventivos/Correctivos
- Tratamientos Químicos: Dispersantes/Modificadores de Cristal
- Resultados de las Pruebas Piloto
- Conclusiones



## CONCLUSIONES

- La precipitación de parafinas ocurre en el tubing y en las instalaciones de superficie. Se están implementando actualmente diferentes métodos de prevención y remediación.
- La temperatura de precipitación de parafinas es diferente para cada pozo. Depende del nivel de producción, de la composición del fluido y de las condiciones de operación del pozo.
- El color de los fluidos es dependiente de variación de la composición con el tiempo y puede ser un indicador de los procesos que tienen lugar en el reservorio y en el tubing.
- Se necesitan claramente pruebas de métodos de remediación alternativos, eficaces y económicos, a fin de evitar o minimizar la deposición de parafinas y reducir de esta manera la frecuencia de intervenciones.
- Los mejores resultados de los pilotos efectuados muestran un período de tres meses sin intervenciones correctivas, contenido incremental de parafinas en superficie y presión estabilizada.



## CONCLUSIONES

- Los modificadores de cristales y dispersantes pueden utilizarse alternativamente en función del contenido de agua, caudales y estado de limpieza inicial.
- Las pruebas de laboratorio con productos químicos muestran que:
  - El producto Crystal Modifier B04 resulta poco afectado por el agua.
  - El dispersante de parafinas A04 es más eficaz en presencia de agua en el sistema.
  - El dispersante de parafinas A04 es más sensible a la velocidad de flujo.
  - La efectividad química es más pronunciada a mayores velocidades de flujo.
- Se está trabajando en la elaboración de un protocolo de prueba que permita comparar efectividad de distintos productos químicos.



# ¡Muchas Gracias!

## ¿Preguntas?

