

HERRAMIENTAS PARA ASISTIR OPERACIONES DE REMEDIACIÓN

SUBRED DE SINERGIAS EN DAÑO DE FORMACIÓN

Curso Programado en Asocio con Grupos de Investigación en Hidrocarburos y Química Aplicada de la
Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Industrial de Santander

Con el Apoyo Financiero de la VP de Innovación y Tecnología de Ecopetrol

Diciembre 01 y 02 de 2016



Herramientas existentes y en desarrollo

Financiadas por sinergias en Daño de Formación

- Remediación de daño por asfaltenos (30%)
- Remediación de daño por finos (60%)
- Restauración de humectabilidad (30%)
- Remediación de daño por escamas inorgánicas (UIS)
- Simulación a escala de poro de modificadores de humectabilidad (100%)
- Simulación molecular (100%)

Herramientas existentes y en desarrollo

Financiadas por sinergias en Daño de Formación

- Remediación de daño por asfaltenos (30%)
- Remediación de daño por finos (60%)
- Restauración de humectabilidad (30%)
- Remediación de daño por escamas inorgánicas (UIS)
- Simulación a escala de poro de modificadores de humectabilidad (100%)
- Simulación molecular (100%)

Otras herramientas (existentes o desarrolladas en otros proyectos)

- Herramienta para evaluación de operaciones de remediación (100%)
- Remediación de daño por condensados – Miscelares dispersos en gas (100%)
- Control de aguas con RPM dispersos en gas (100%)
- Remediación e inhibición de asfaltenos con tratamientos dispersos en gas (100%)
- Nanos para inhibición de daño por asfaltenos (80%)
- Nanos para reducción de viscosidad en yac. De crudos pesados (80%)



Remediación de daño por finos

REMEDIACIÓN DEL DAÑO DE FORMACIÓN POR FINOS

Objetivo: Desarrollar una metodología de elección y un modelo del comportamiento esperado de tratamientos remediales del daño de formación por flujo de finos mediante la elaboración de una herramienta computacional.



3 de cada 10 operaciones de estimulación son exitosas.

Elección de tratamiento.

Metodología propuesta por Kalfayan

1. Lavado de tubería
2. Desplazamiento de solventes
3. Desplazamiento de salmuera
4. Preflujo
5. Ácido Principal
7. Sobredesplazamiento
8. Dispersante

Tomada de: Kalfayan L. Production Enhancement with Acid Stimulation.

Comportamiento de ácido en formación

Modelo de cuatro parámetros

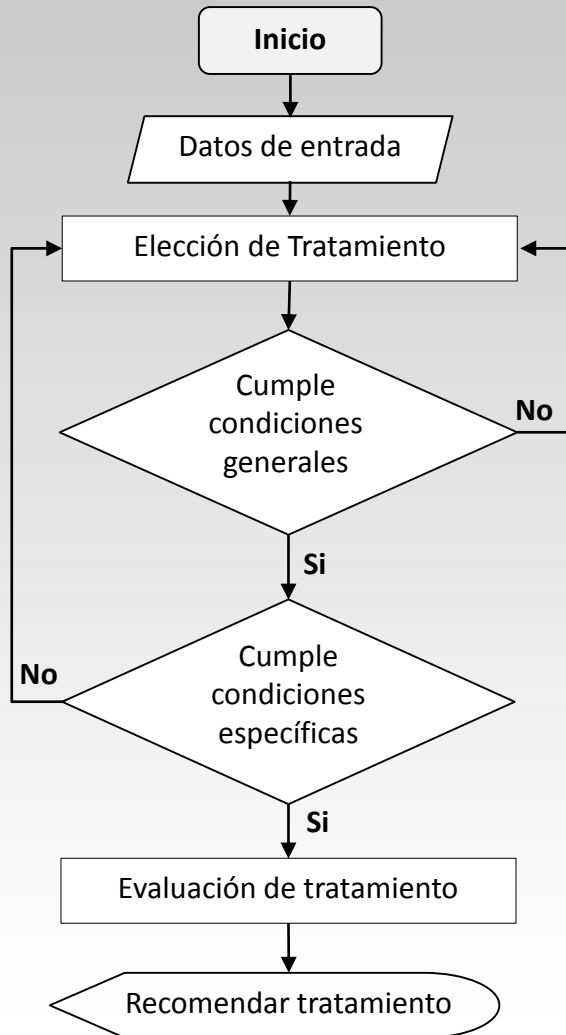
$$\varphi \left(\frac{\partial C_j}{\partial t} \right) + u_i \left(\frac{\partial C_j}{\partial x_i} \right) = \frac{\partial D_{i,j} \partial C_j / \partial x_i}{\partial x_i} + R_j$$

1. HF con aluminosilicatos
2. HF con cuarzo
3. H₂SiF₆ con aluminosilicatos
4. HF con sílice (Si(OH)₄)

• Gestor técnico: **RICHARD ZABALA**; Tutor: **MARCO ANTONIO RUIZ SERNA**; Estudiante: **DIANA ELIZABETH CORAL RODRÍGUEZ**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS

REMEDIACIÓN DEL DAÑO DE FORMACIÓN POR FINOS



Avance: 60%

Falta: validación estadística del modelo de elección y modelamiento de interacción roca ácido.

Retos: Evaluación estadística y validación de modelos se debe realizar con banco de datos de estimulaciones realizadas en campo y estudios o pruebas experimentales. Conocimientos adquiridos a partir de una práctica en campo de procesos de estimulación.

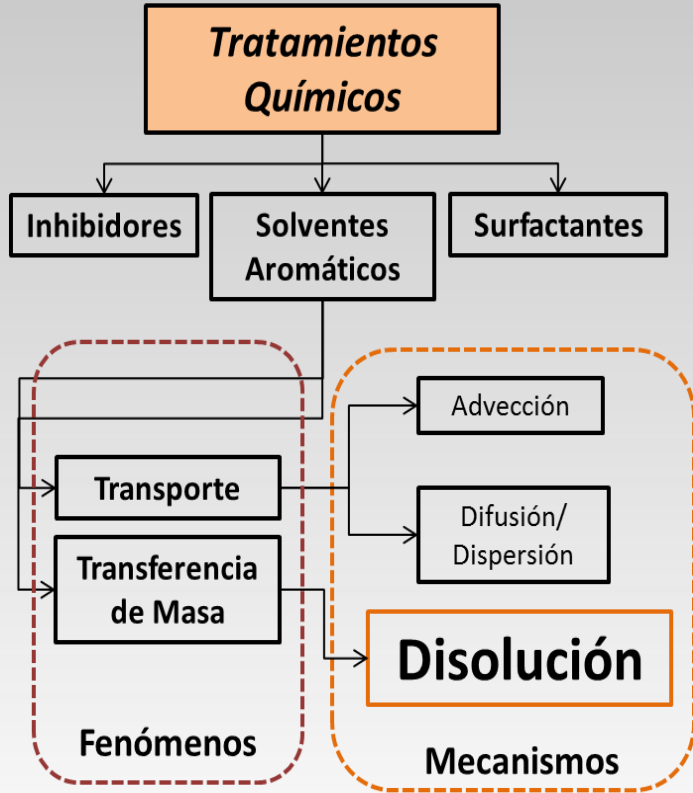
- Gestor técnico: **RICHARD ZABALA**; Tutor: **MARCO ANTONIO RUIZ SERNA**; Estudiante: **DIANA ELIZABETH CORAL RODRÍGUEZ**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS

Remediación de daño por asfaltenos



REMEDIACIÓN DE ASFALTENOS | Desarrollo del Modelo



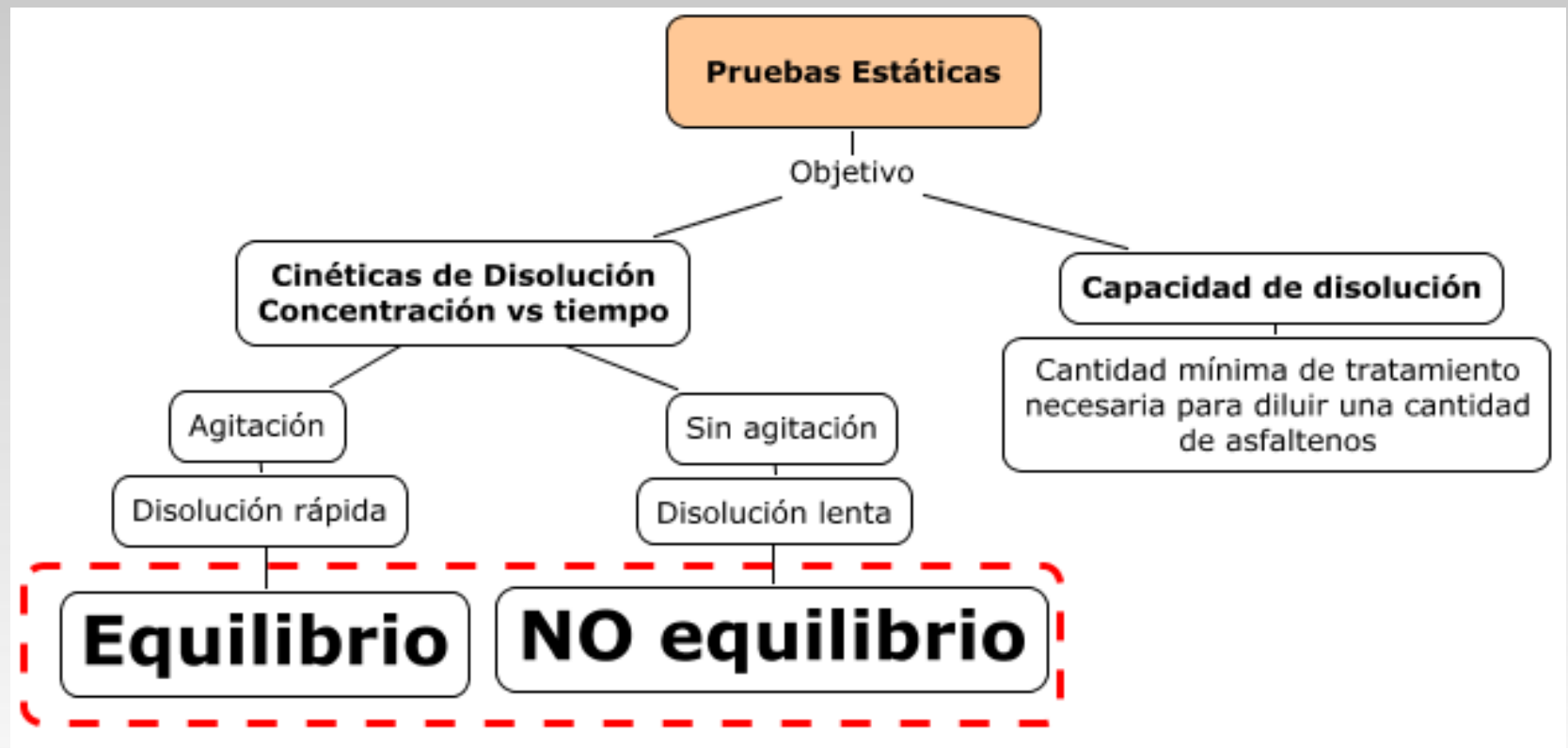
Pseudofases Especies		Oleica	Volátil	Acuosa	Precipitada	Depositada	Matriz
Crudo	Asfalteno	X			X	X	X
	CDA*	X					
Gas		X	X				
Salmuera				X			
Solvente		X	X				
Surfactante		X	X	X			X

Modelos de disolución de asfaltenos son muy escasos en la literatura.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon_j \rho_j X_{ij}) + \underbrace{\nabla \cdot (\rho_j X_{ij} \mathbf{U}_j)}_{\text{Advección}} + \underbrace{\nabla \cdot (\rho_j \varepsilon_j \mathbf{J}_{i,j})}_{\text{Difusión/Dispersión}} + \dot{q}_{i,j} = \underbrace{\sum_{i=1}^{N_p} m_{i,j_1-j_2}}_{\text{Transferencia de masa}}$$

Se obtiene en no equilibrio un **sistema de ecuaciones diferenciales** de 9 ecuaciones fuertemente acopladas y de alta complejidad. En equilibrio 6 se obtienen

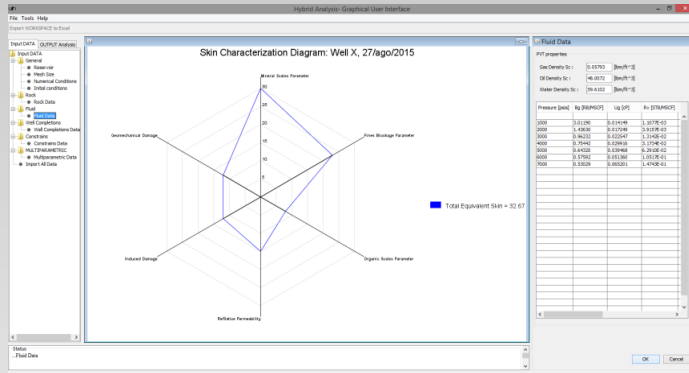
REMEDIACIÓN DE ASFALTENOS | Pruebas de Laboratorio (1/2)



Para la **validación del modelo** son necesarios datos de campo de pozos a los que se les haya realizados estimulación química y de los cuales se tengan datos del afluyente.

Herramienta para evaluación de operaciones de remediación

Herramienta Acoplada Para El Estudio De Daño De Formación Y Su Impacto Económico En La Producción Del Pozo



Pre-diagnóstico del daño con Modelo Multiparamétrico (Restrepo, et. Al 2012)

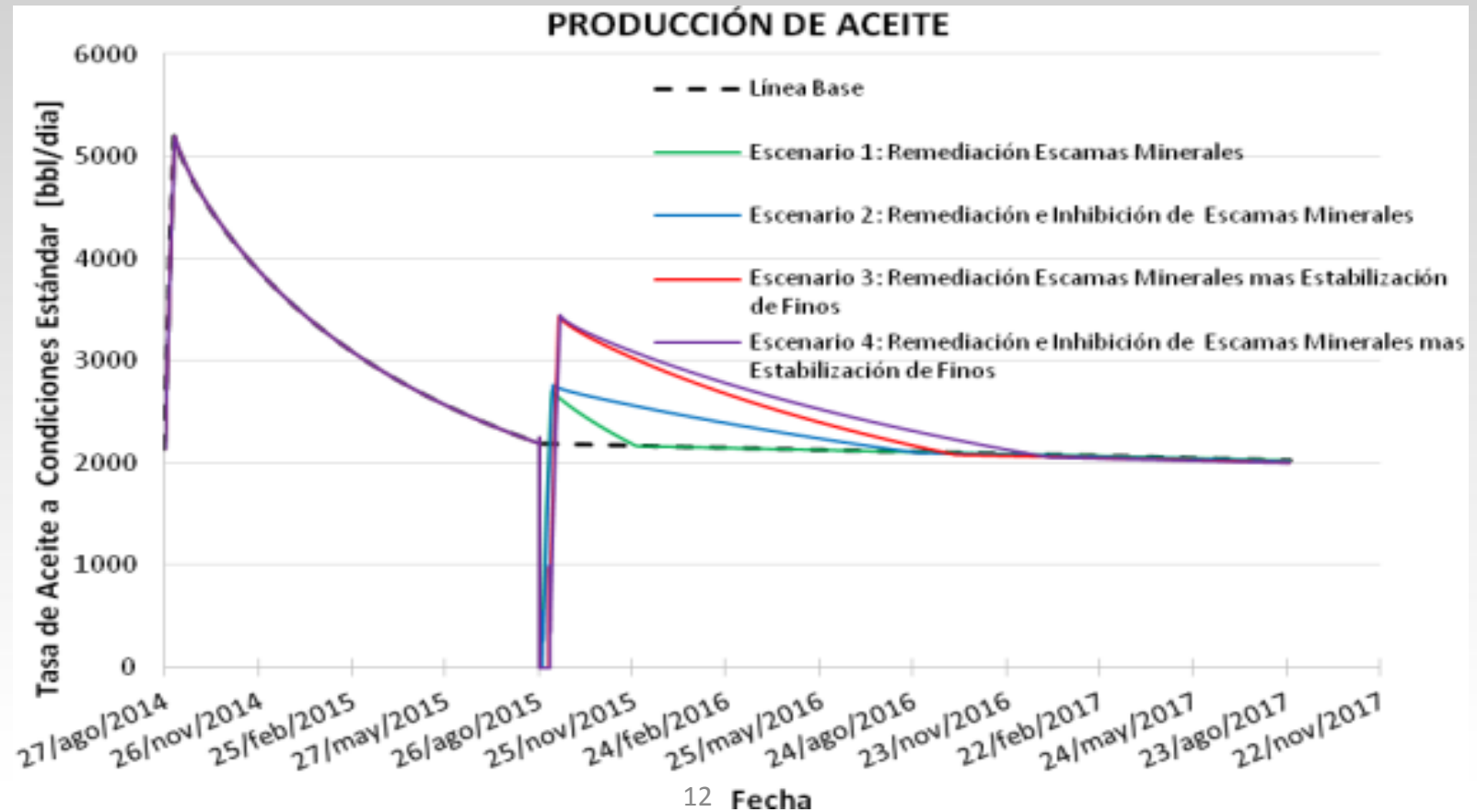
Escenario	Descripción	Skin inicial	Skin final (Eficiencia 80%)	Perdurabilidad del Tratamiento (meses)	Costo (miles de dólares)
0	Caso Base	32,67	-	-	-
1	Tto. Remediación E. Minerales	32,67	24,829	3	\$300
2	Remediación e Inhibición de E. Minerales	32,67	24,829	12	\$750
3	Remediación E. Minerales + Estabilización de Finos	32,67	18,818	13	\$900
4	Remediación e Inhibición de E. Minerales + Estabilización de Finos	32,67	18,818	16	\$1.350

Herramienta:

Single-Well Model+ Ec Hawkins

¿Impacto en producción?

Herramienta para evaluación de operaciones de remediación



12 Fecha