

CURSO EN DIAGNÓSTICO Y MODELAMIENTO DE DAÑO DE FORMACIÓN

ESCAMAS INORGÁNICAS

Bucaramanga, Diciembre de 2016



Agenda

Daño a la Formación

- Mecanismos de daño
- Escamas Inorgánicas

Panorama nacional - Análisis del ST

- Carbonato de Calcio
- Sulfato de Bario
- Evaluación del riesgo

Fenómenos de Depositación

- Escenarios de daño

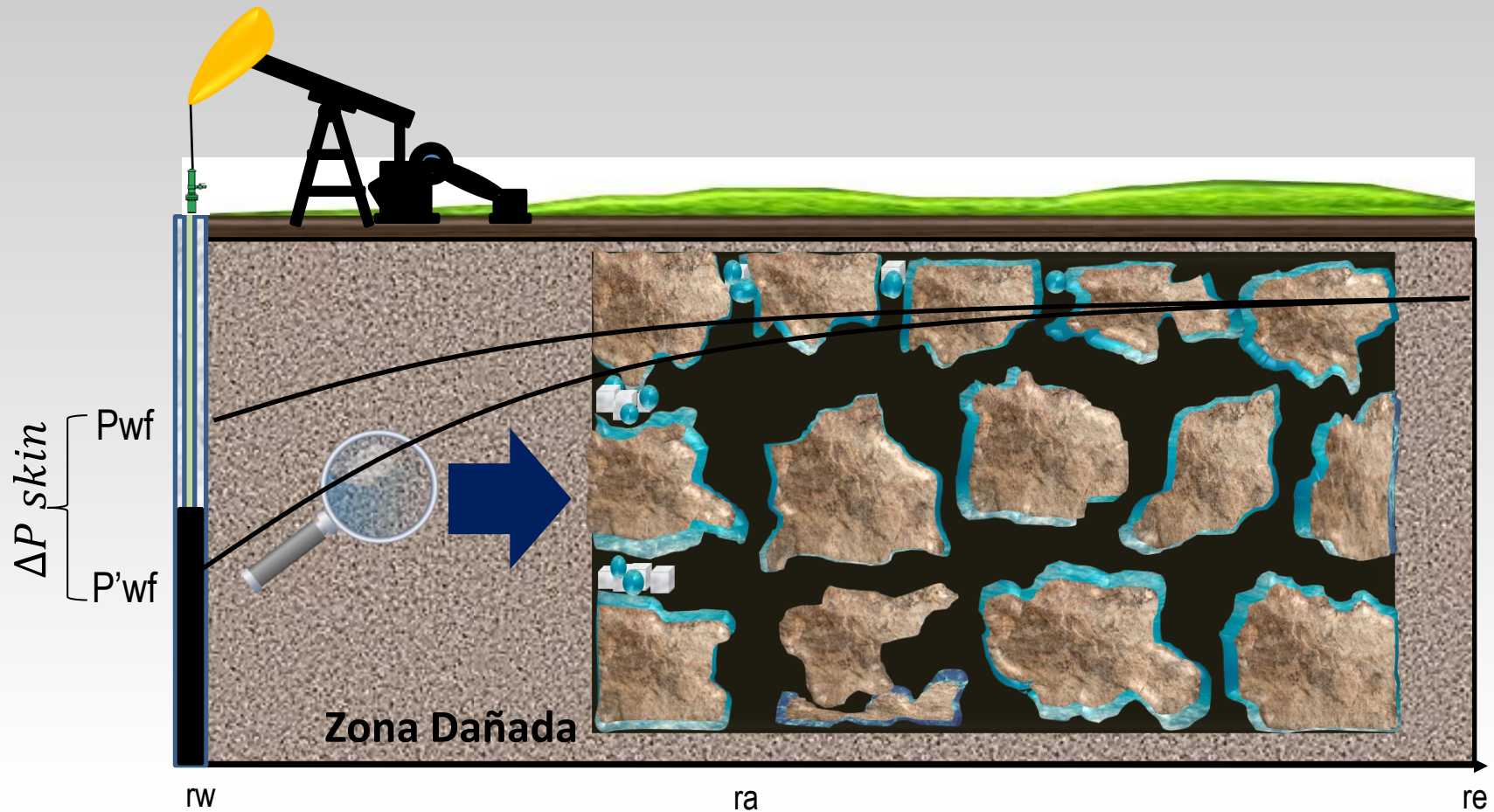
¿Como remediar ?

Ejercicios Aplicación



Daño a la Formación

Daño a la Formación



Mecanismos de daño a la Formación

1

Incremento de la viscosidad

2

Reducción de la permeabilidad relativa al petróleo o al gas

3

Reducción de la permeabilidad absoluta



Aceite



Agua

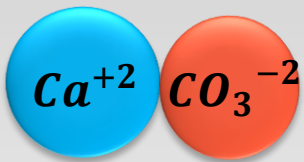


Sólido incrustante

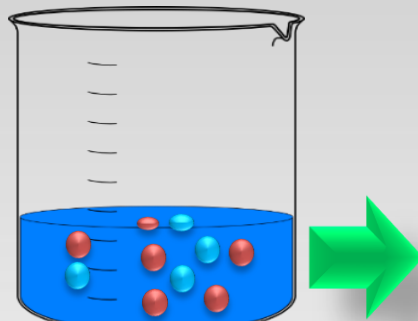


Mecanismos de depositación

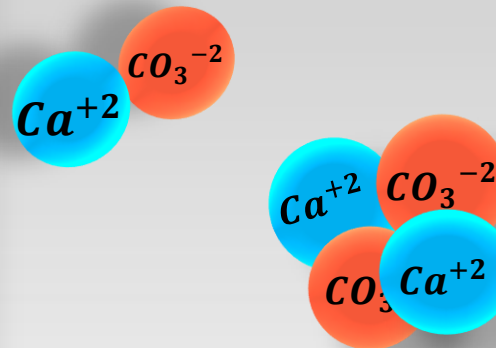
Interacción
iónica



SUPERSATURACIÓN
Desequilibrio termodinámico

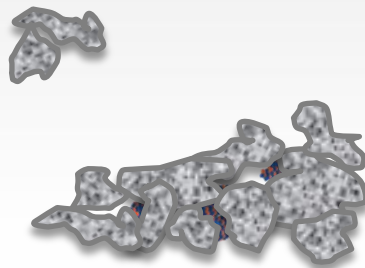


NUCLEACIÓN
Formación de microcristales



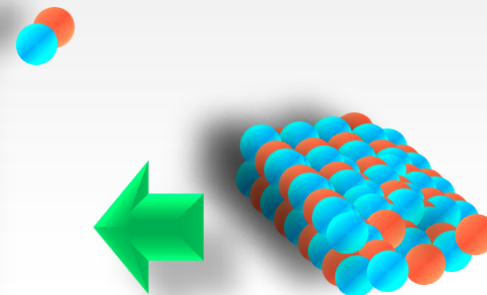
- Homogénea
- Heterogénea

DEPOSITACIÓN
Agrupación de los cristales



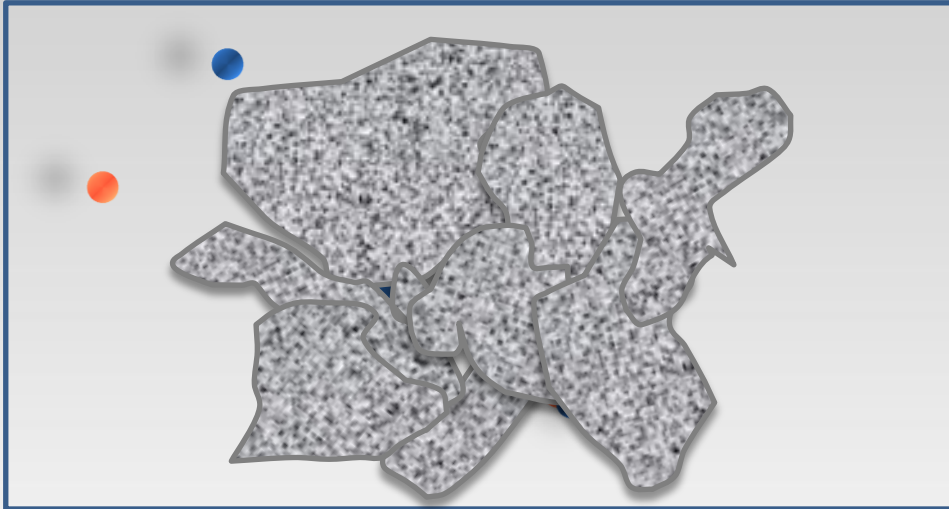
- Rugosidad
- Estabilidad de la escama

CRECIMIENTO DEL CRISTAL
Estructuración de los cristales

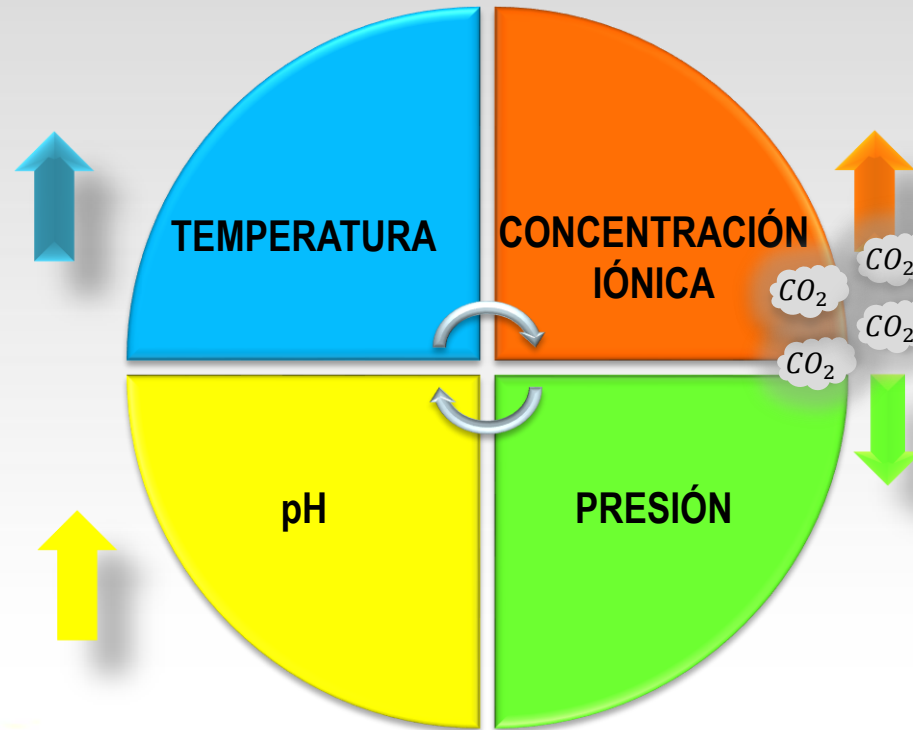


- Difusión
- Tiempo de contacto

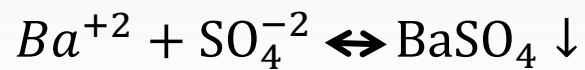
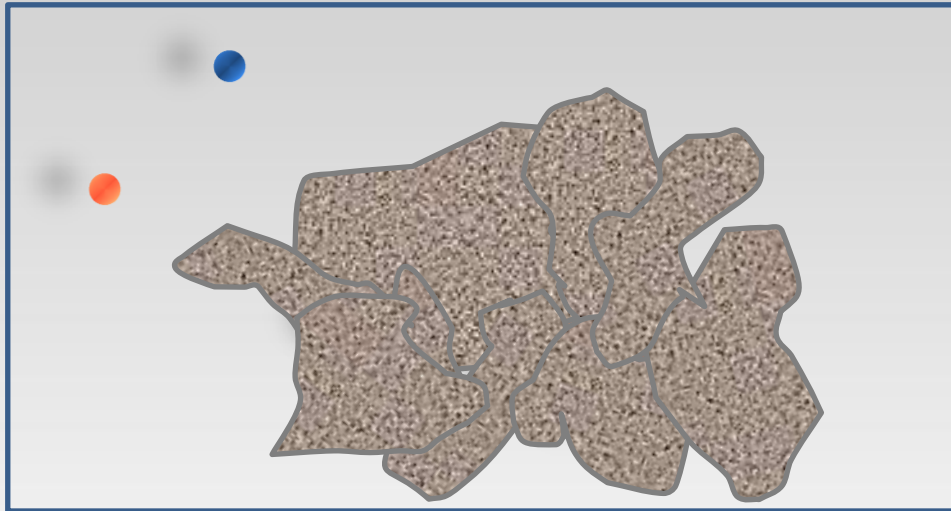
Carbonato de Calcio



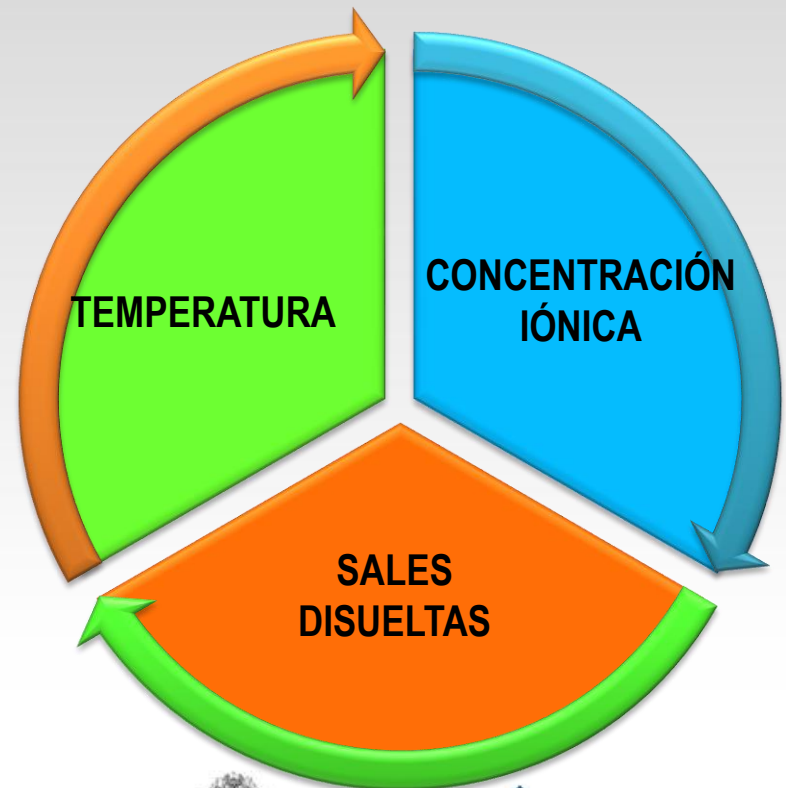
Factores que afectan su solubilidad:



Sulfato de Bario



Factores que afectan su solubilidad:



Panorama Colombiano

Análisis fisicoquímicos de aguas

 5410

 3328

 91

Tipo de
agua

Balance
Iónico

Tiempo

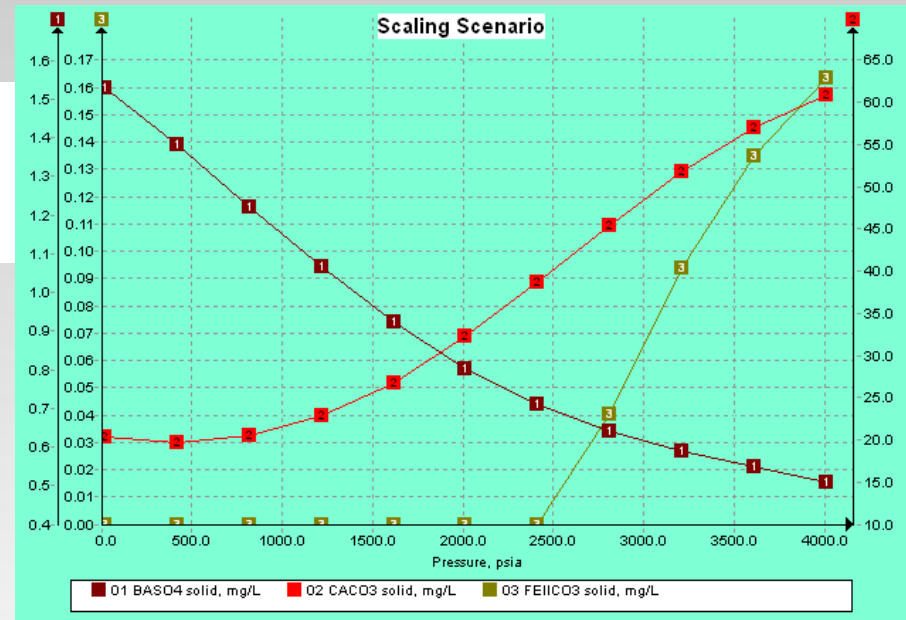
Análisis
incompletos

469 Análisis

Análisis fisicoquímicos de aguas



Severidad del problema
Todas las cuencas

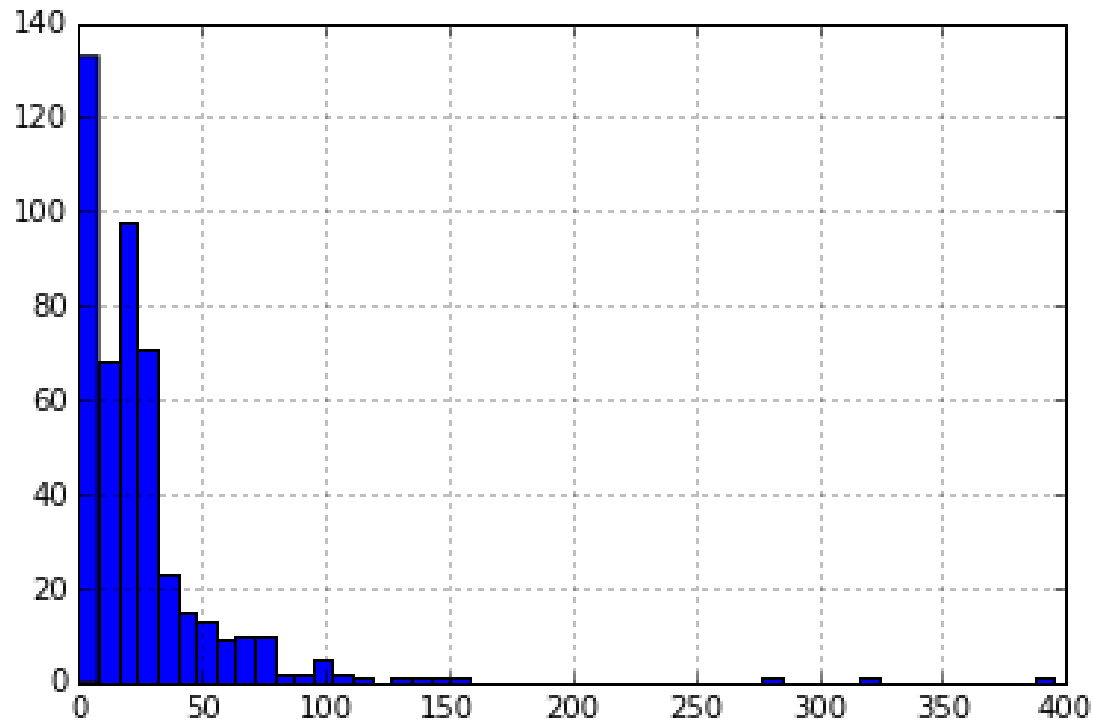


Mayor riesgo:



Análisis ST

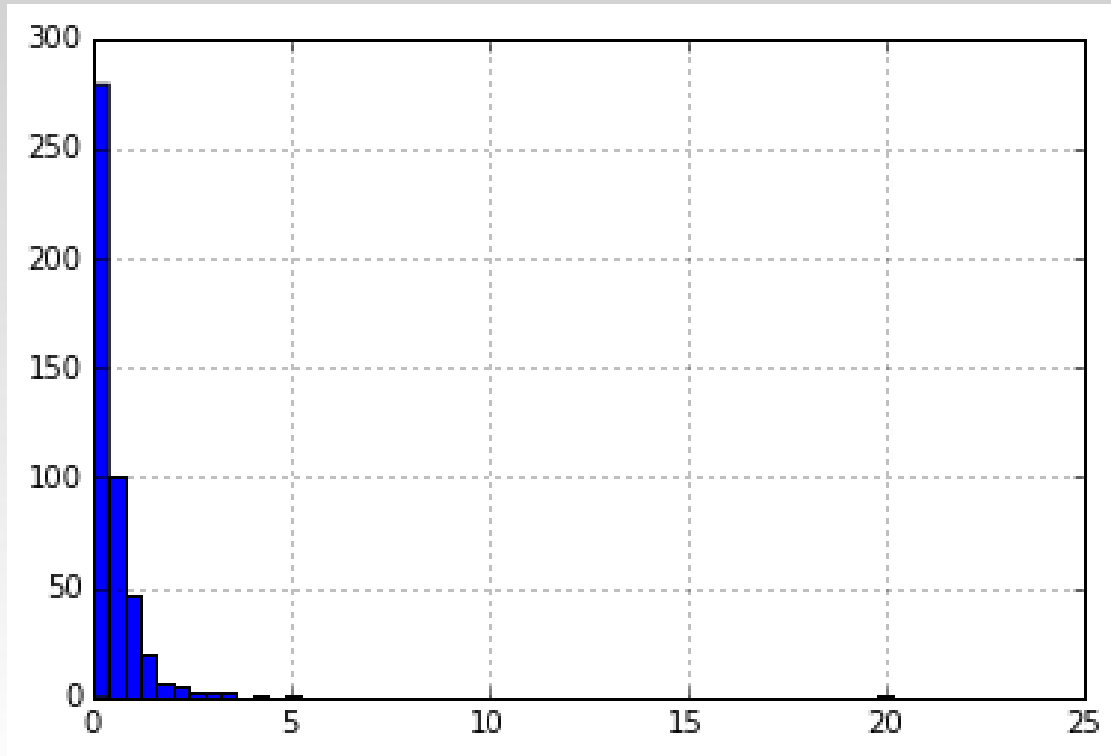
Carbonato de Calcio



Datos	Media Aritmetica	Desviacion Estandar	min	25%	50%	75%	max
469	25,5423	34,4245	0	6,9128	18,7539	29,2484	395,2063

Análisis ST

Sulfato de Bario



Datos	Media Aritmetica	Desviacion Estandar	min	25%	50%	75%	max
469	0,4924	1,1026	0	0,0133	0,2579	0,6258	20,176

Evaluación del Riesgo

CAMPO	Condiciones de Fondo				Promedio	Producción Bbl/día	Riesgo Bbl/día
	ST Barita	ST Calcita	ST Siderita	ST Estroncianita			
ACAÉ	1.2	97.0	93.0	0.0	0.7	2149	2149
APIAY	1.4	7.3	7.3	1.2	0.3	6050	1722
BRISAS	1.1	52.5	0.0	0.0	0.3	137	44
BUENOS AIRES	1.5	36.5	11.3	3.4	0.4	0	0
CAÑO LIMON	0.8	2.9	41.2	0.0	0.2	0	0
CASABE	0.5	22.5	46.3	0.0	0.2	5825	1430
CASABE SUR	0.2	10.3	0.1	0.0	0.1	12629	765
CASTILLA	0.7	4.1	13.3	0.0	0.2	122103	19176
CEBU	0.0	27.7	0.0	0.0	0.1	155	11
CHICHIMENE	0.7	3.8	39.2	0.0	0.2	57175	12001
COLORADO	0.4	35.6	0.0	0.0	0.2	0	0
CRISTALINA	0.7	44.8	0.0	0.0	0.2	123	28
CUSIANA	1.5	34.2	11.7	3.3	0.4	4545	1852
DINA	0.2	16.5	19.9	0.0	0.1	3367	382
PALOGRADE	0.2	22.3	13.4	0.0	0.1	968	112
PETROLEA	0.3	73.4	10.5	18.3	0.5	0	0
PIEDEMONTTE	1.0	26.5	7.3	2.2	0.3	9102	2498
SAN FRANCISCO	0.8	57.4	22.4	0.0	0.3	0	0
SANTA CLARA	0.5	85.7	112.3	6.3	0.6	805	516
TELLO	0.2	59.0	12.6	0.0	0.2	4683	982
TENAY	0.8	25.6	21.9	0.0	0.2	299	74
TIBU	0.0	12.1	8.7	1.3	0.1	2875	207
TOLADO	0.4	36.8	7.1	0.0	0.2	703	119
YARIGUI	0.6	17.9	14.0	1.8	0.2	19694	3850
PROMEDIO	0.7	33.9	21.4	1.6	Total	253387	47918

La producción de los diferentes pozos fue tomada del último reporte de la ANH

Fenómenos de deposición

Escenarios de Severidad

Estimación de la cantidad de Incrustación
de CaCO_3 formada (PTB)
Valone & Skillern

$$PTB = 17500 \left(G - \sqrt{X^2 + 4 * 10^{-pKc}} \right) 17500$$

$$pKc = pH - 2,76 + 9,88 \times 10^{-3} T + 0,61 \times 10^{-6} T^2 - 3,03 \times 10^{-5} P - 2,348 \mu^{1/2} + 0,77 \mu$$

Donde:

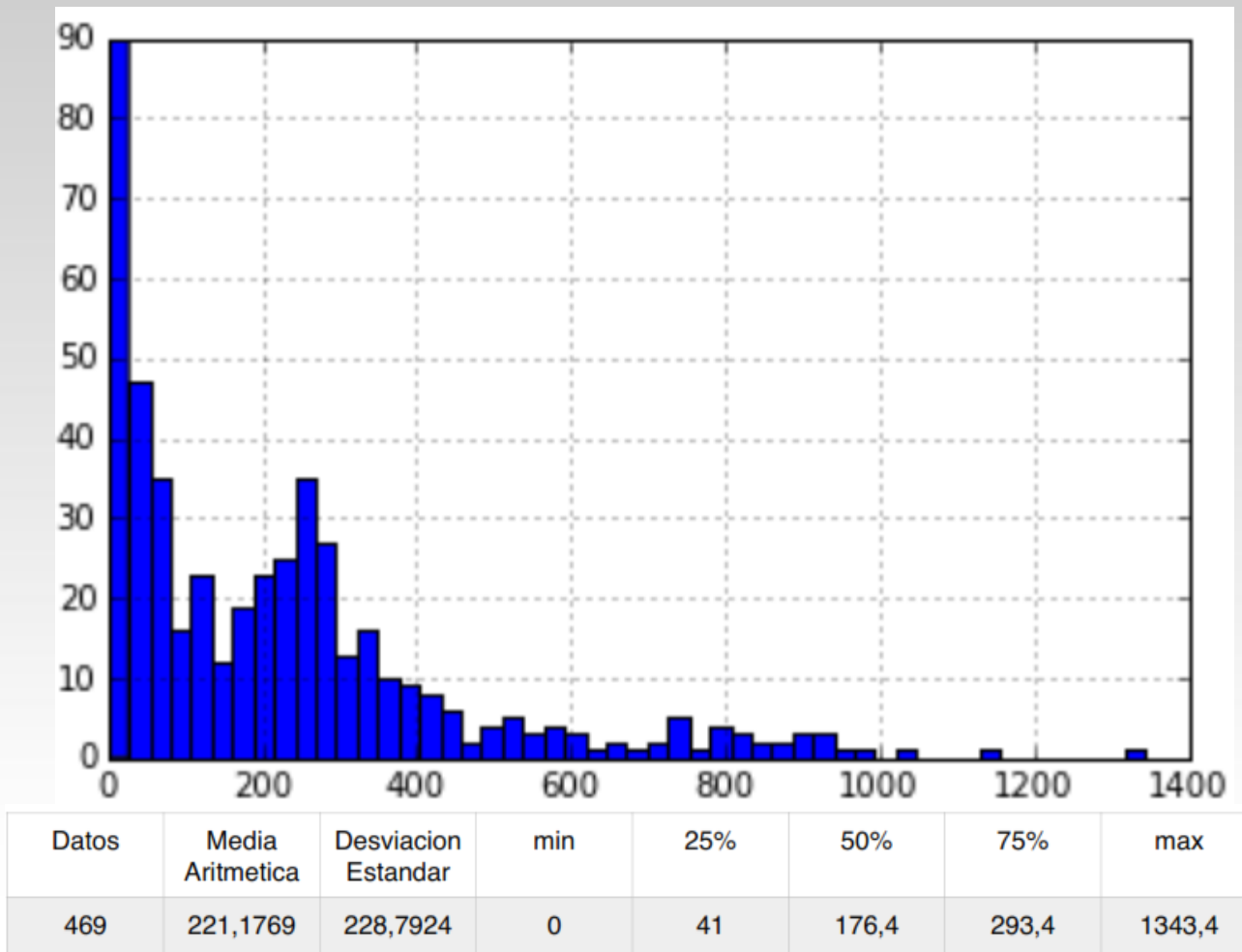
$PTB = \text{lb} / 1000 \text{ bbl}$

$G = \text{Ca}^{++} + \text{HCO}_3^- \text{ (moles/L)}$

$X = \text{Ca}^{++} - \text{HCO}_3^- \text{ (moles/L)}$

Escenario	Severidad
$PTB < 0$	NO HAY INCRUSTACION
$0 < PTB < 100$	INCRUSTACION LEVE
$100 < PTB < 250$	INCRUSTACION MODERADA
$PTB > 250$	INCRUSTACION SEVERA

Escenario nacional



Depositación en plug

Experimento 13

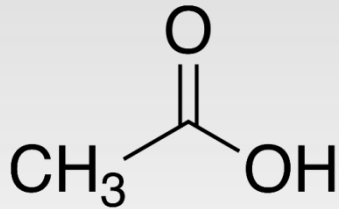
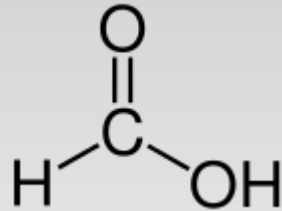
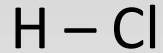
Plug B-5-10



¿Como remediar ?

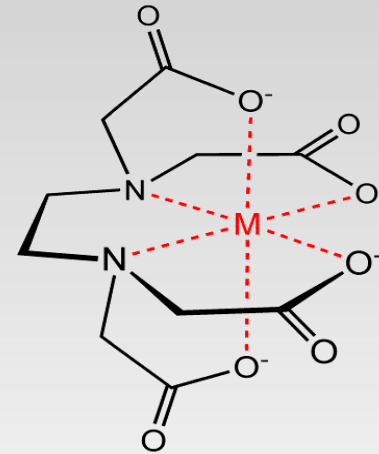
Fluidos usados para remediar

Ácidos

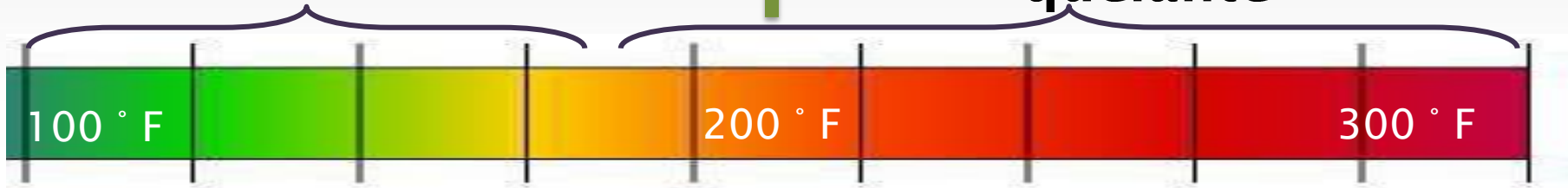


- Ataque ácido

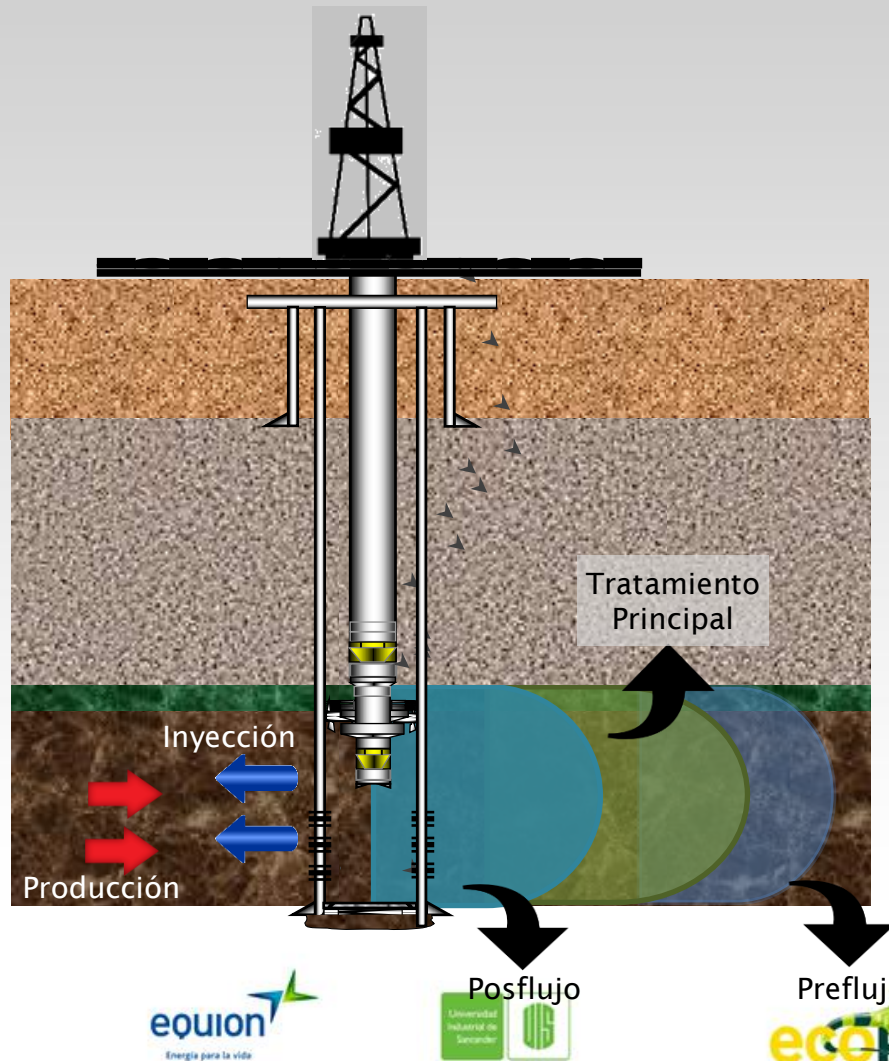
Quelantes



- Acción quelante



Aplicación en campo



Tratamiento Aplicado

Preflujo: 150 bbls diesel + surfactante

Tratamiento: 373 bbl de EDTA 0.18 M

Postflujo: 470 bbl salmuera

Tiempo de remojo: 12 horas

✗ US \$ 0.30 MM

✓ US \$ 0.21 MM

Secuencia de estimulación

Pickling

- Limpiar tubería e intervalos cañoneados.

Tratamiento Químico

- Bombeo del ácido escogido.
- Estimulación selectiva o Bullheading.

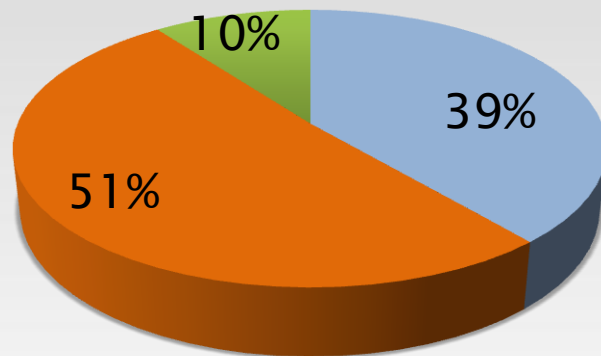
Levantamiento del pozo

- Análisis de retornos.



Fuente: <http://www.franklinwell.com/equipment/coiled-tubing.php>

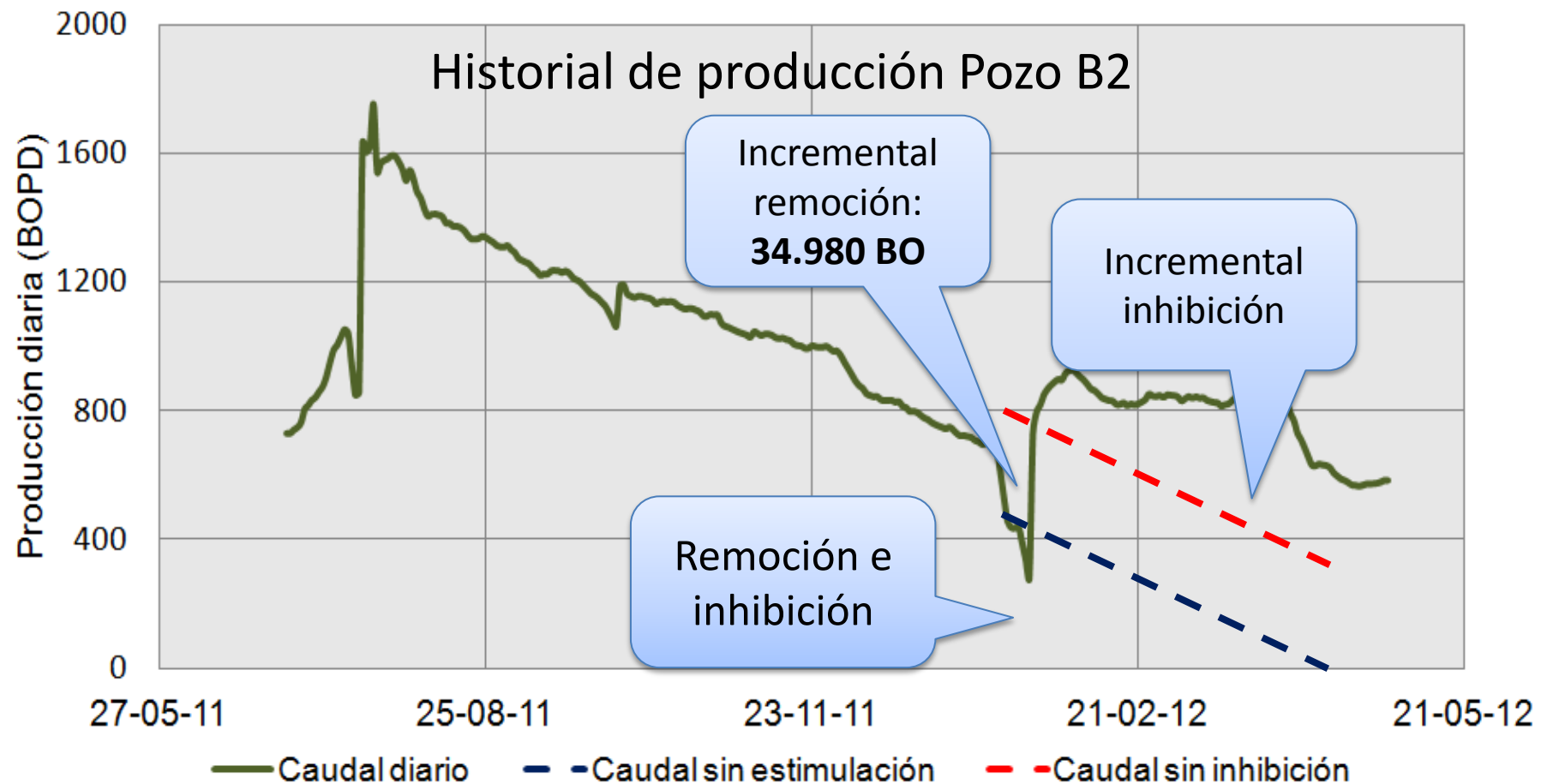
Fluidos usados para remediar – CaCO_3



■ EDTA

49 tratamientos de estimulación ácida aplicados por el GEE entre 2008 - 2014

Análisis de producción



Identificación de Problemas de escamas

Ejercicio de aplicación

How is it Prevented?

Scale Tendency

$$ST_{MeAn} = \log \left(\frac{[Me][An]\gamma_{Me}\gamma_{An}}{K_{sp}^{MeAn} = f(T, P, x)} \right)$$

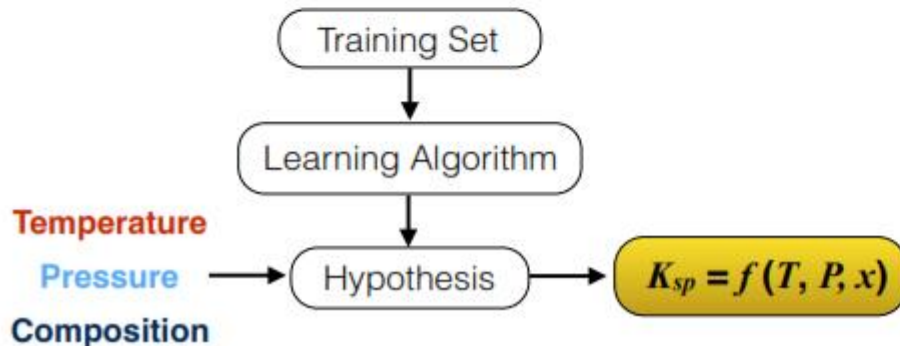
$ST_{MeAn} > 0$ **Precipitation**

$ST_{MeAn} = 0$ **Thermodynamic Equilibrium**

$ST_{MeAn} < 0$ **NO-Precipitation**

Solubility Product Constants

$$K_{sp}^{MeAn} = f(T, P, x)$$

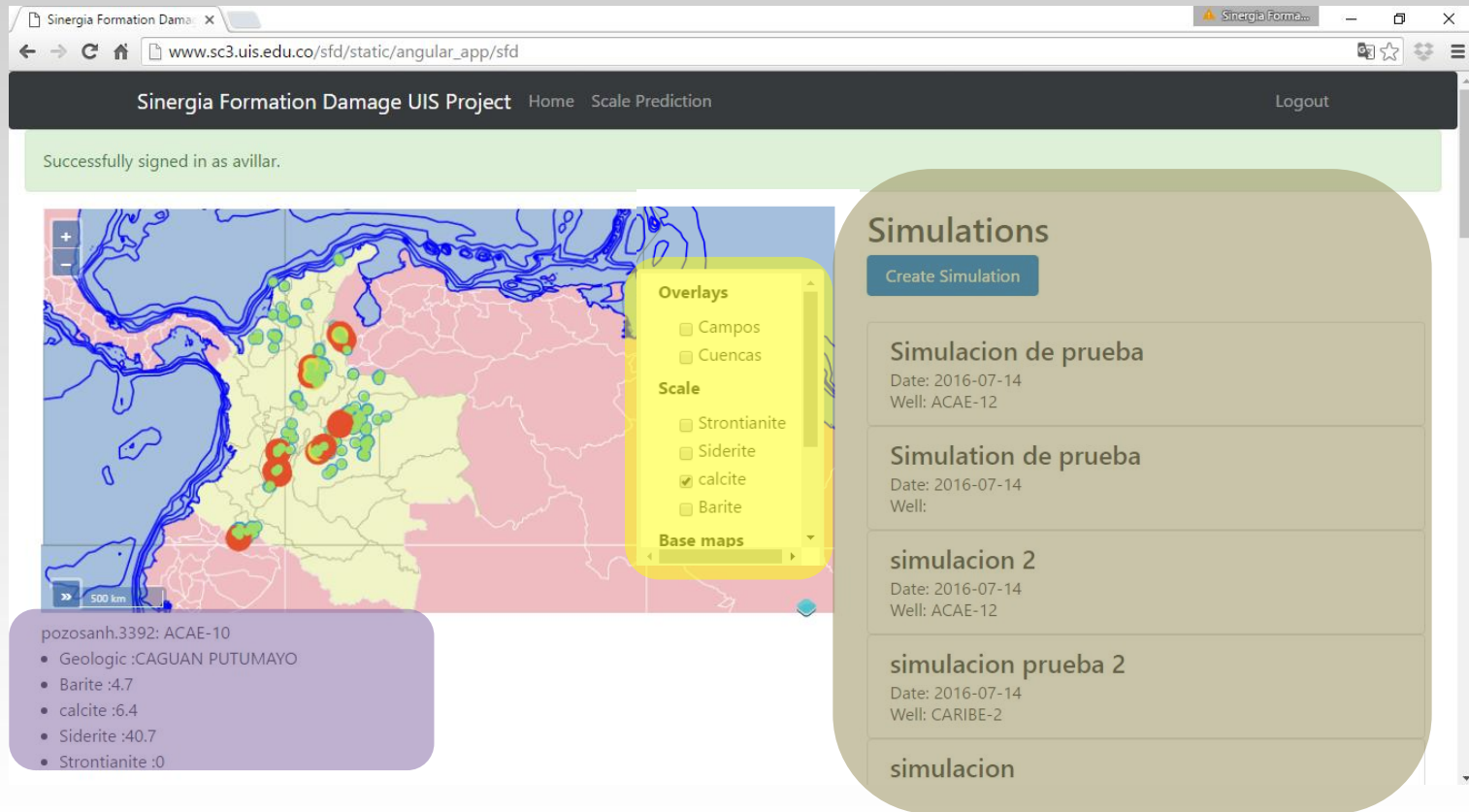


Activity and Fugacity Coefficients

Thermodynamic Models

- Debye-Hückel
- UNIQUAC Ext.
- SRK
- Pitzer

Software para ST

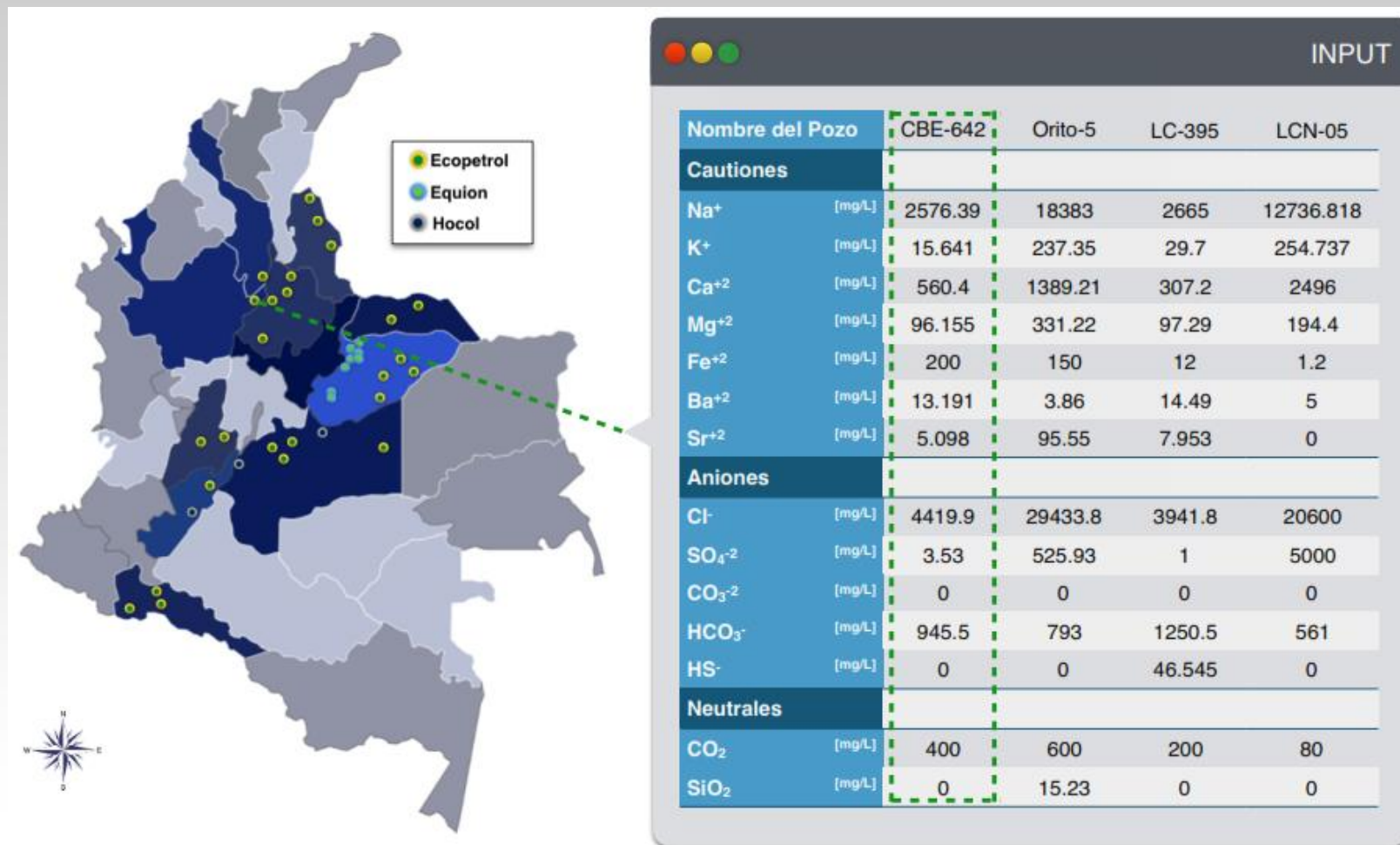


 **Que quiero ver**

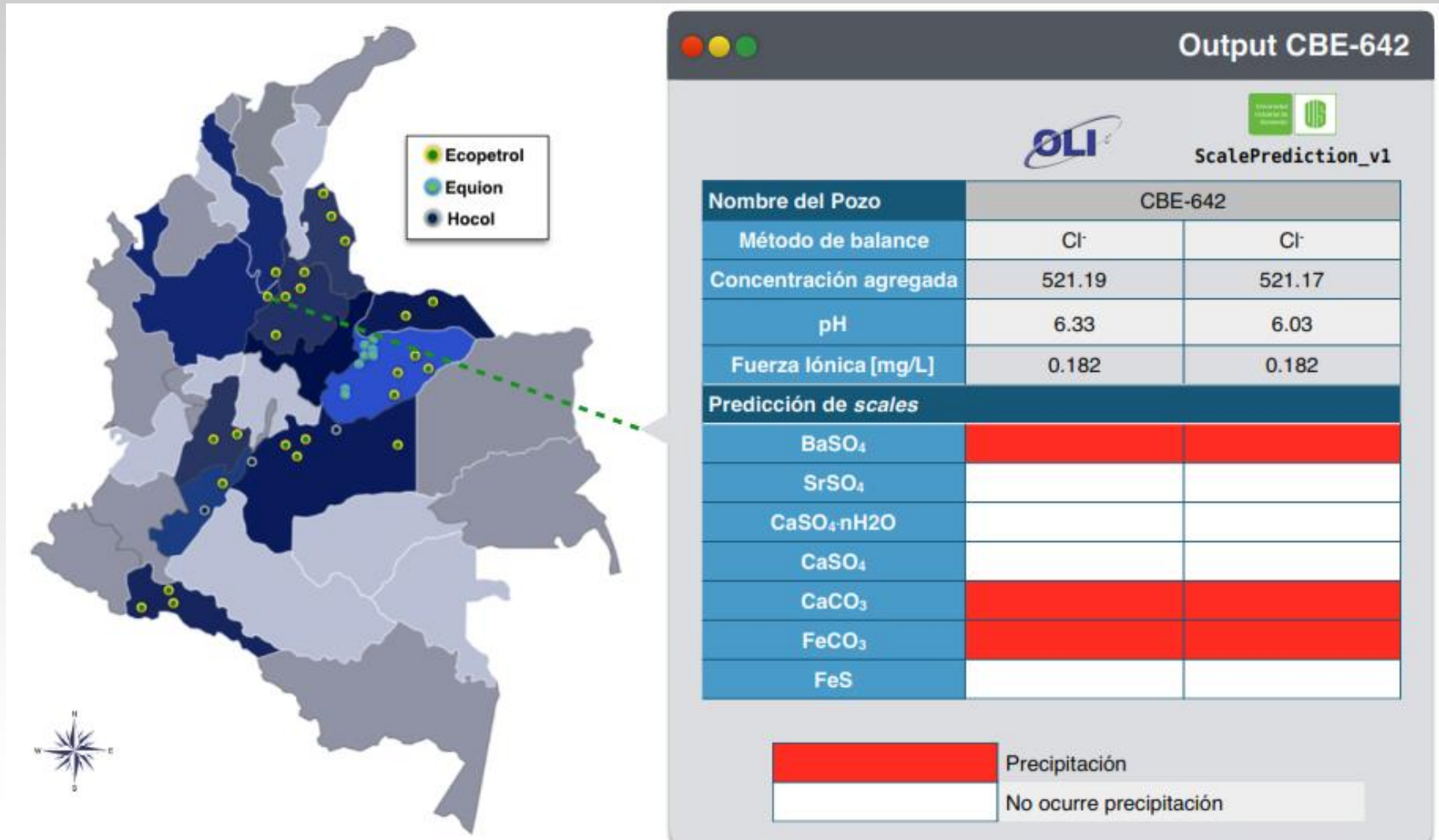
 **Datos de Scale Tendency**

 **Simulaciones realizadas**

Input – Análisis fisicoquímico del agua



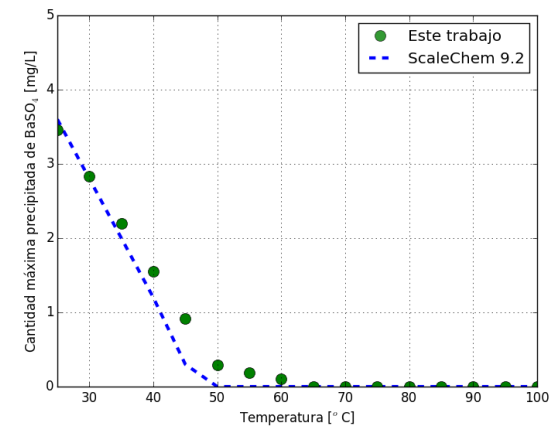
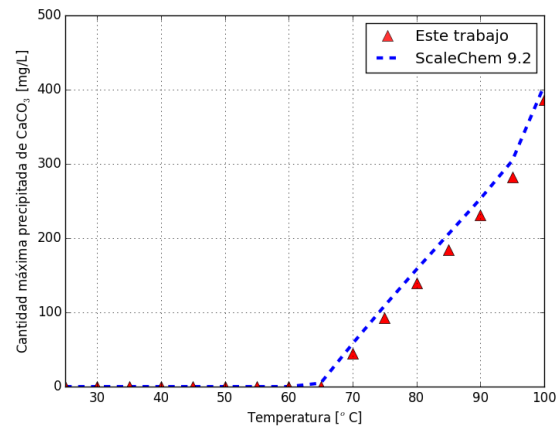
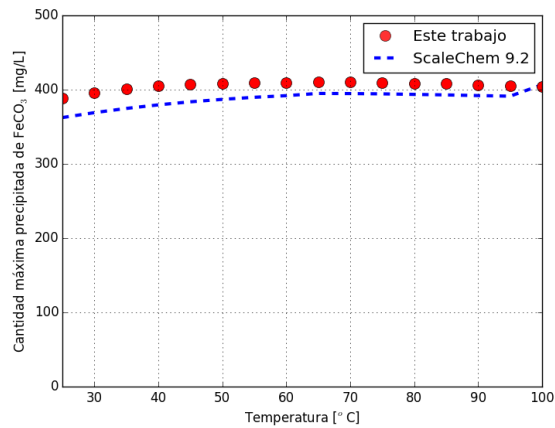
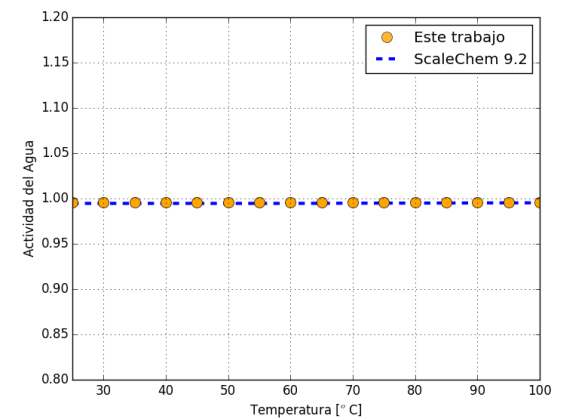
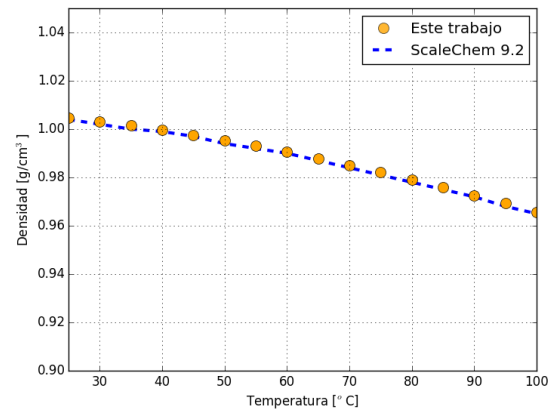
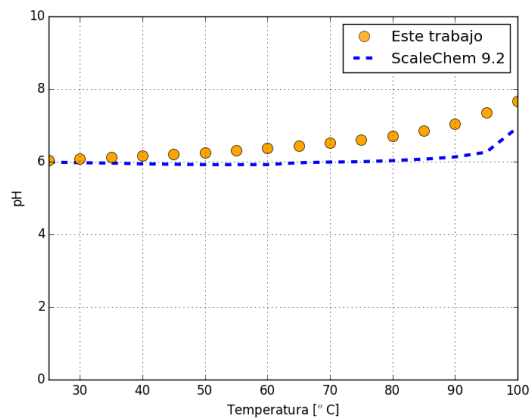
Identificación de la escama



Resultados y validación



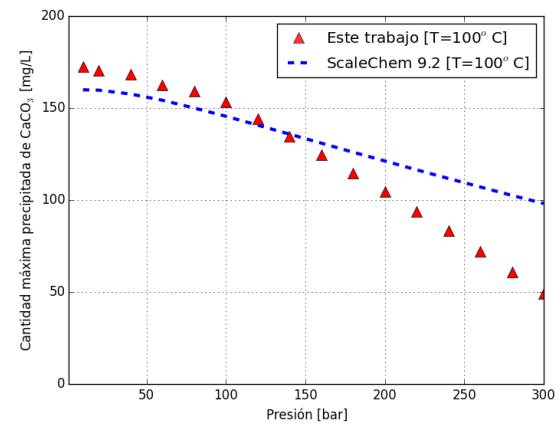
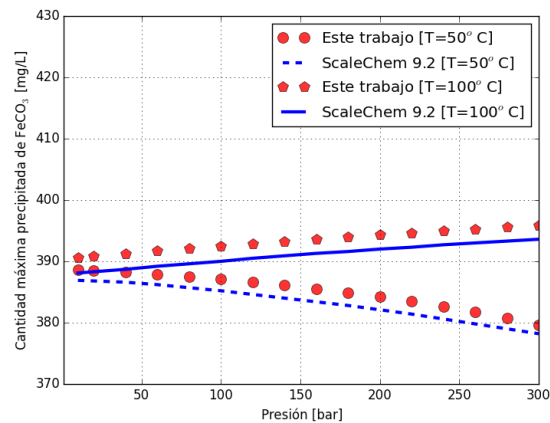
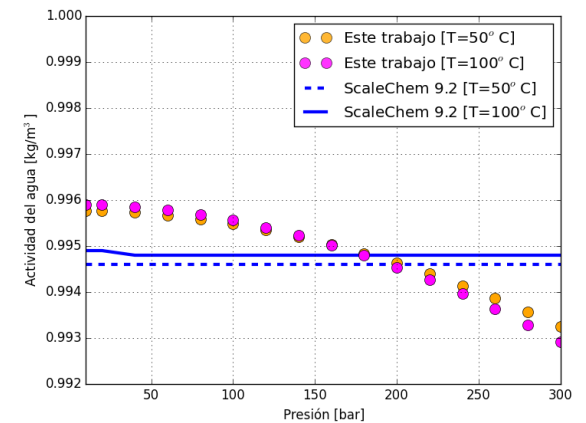
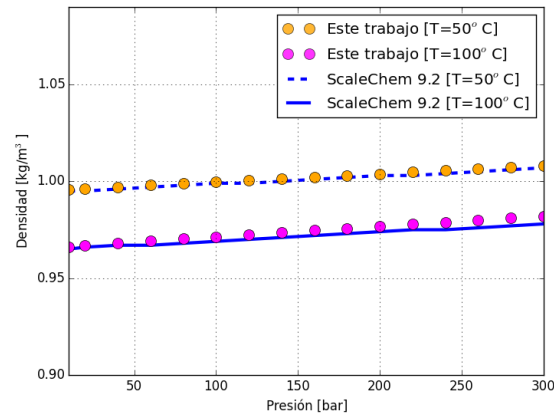
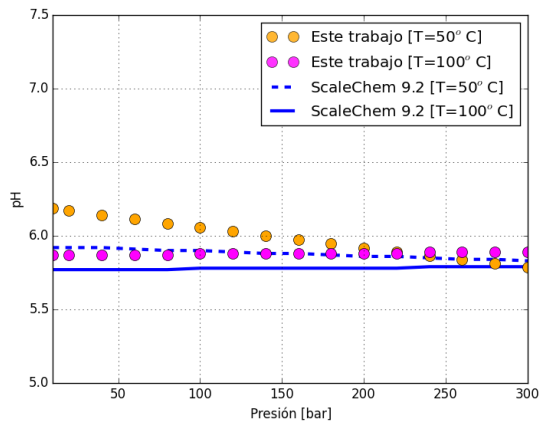
Output CBE-642



Resultados y validación



Output CBE-642



Gracias