6ª Jornada de Recuperación Mejorada de Petróleo - EOR
6 y 7 de noviembre - Mar del Plata

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO Y DEL GAS

7° CONGRESO IAPG Producción y Desarrollo de Reservas

MONITOREO DE RECUPERACIÓN SECUNDARIA

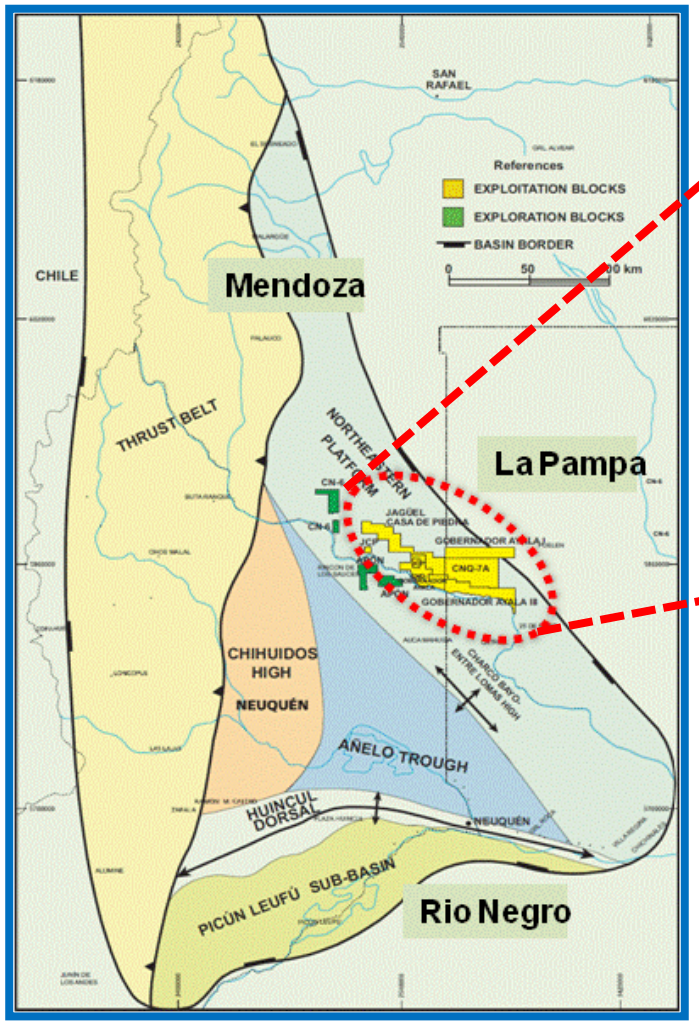
BASADO EN SIMULACIÓN DE LINEAS DE FLUJO

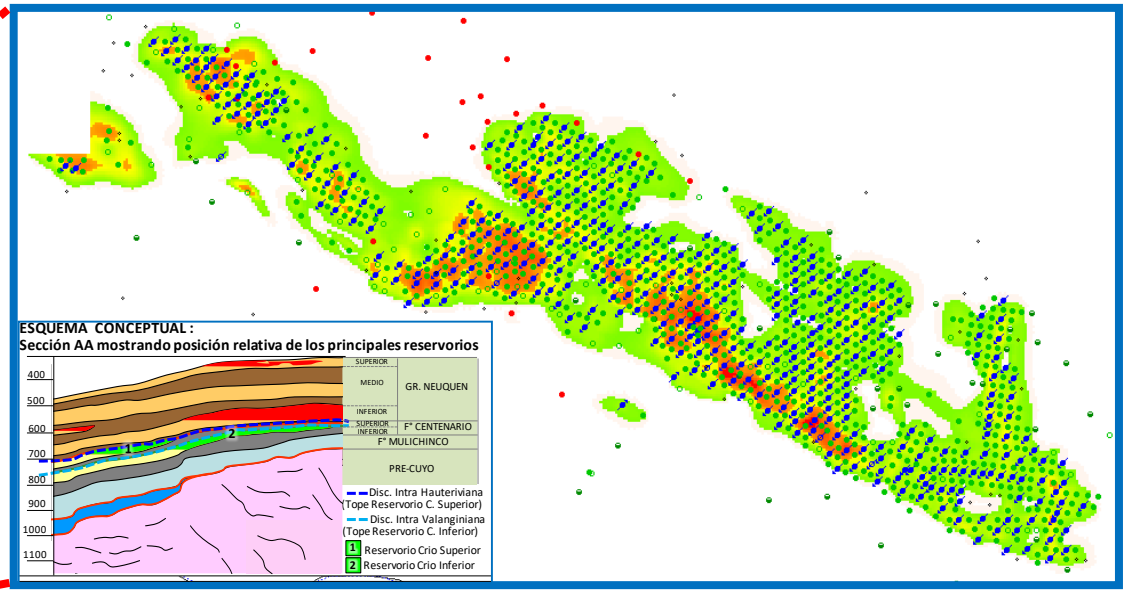
S. Maler; M. Perea García; G. Moreno; M. Vinassa; G. Weber ,Pluspetrol S.A.;R. Batycky, Streamsim Technologies

AGENDA

- Introducción al Yacimiento El Corcobo
- Propiedades del reservorio
- Mecanismos e historia de producción
- Gerenciamiento del VRR y PF
- Monitoreo basado en líneas de flujo. Modelado y aplicaciones
- Conclusiones

YACIMIENTO EL CORCOBO

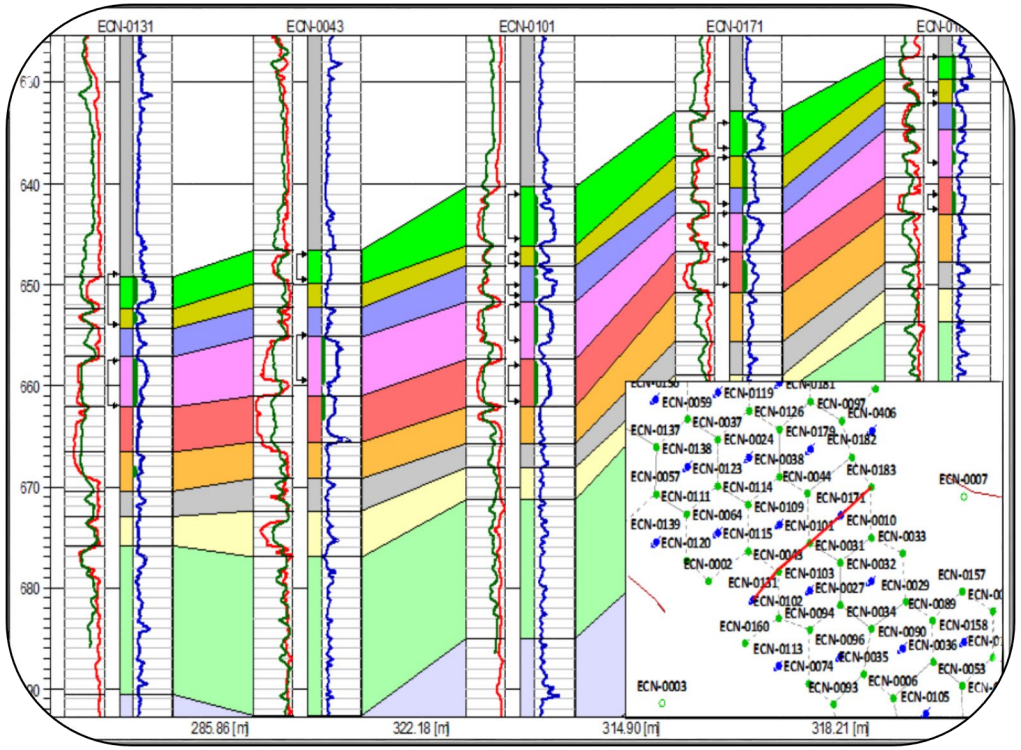




- Borde de Cuenca
- Canales fluviales de planicie costera
- Trampa estratigráfica
- Buena continuidad lateral
- Bajo ángulo de buzamiento

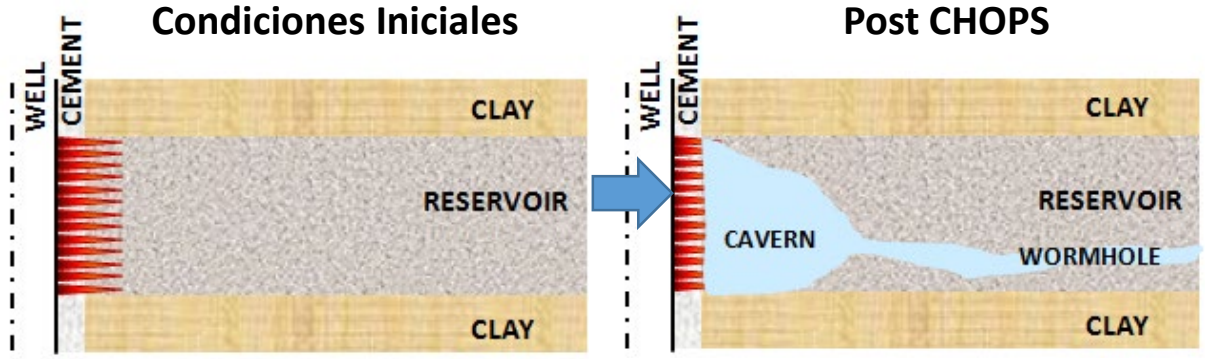
PROPIEDADES DEL RESERVORIO

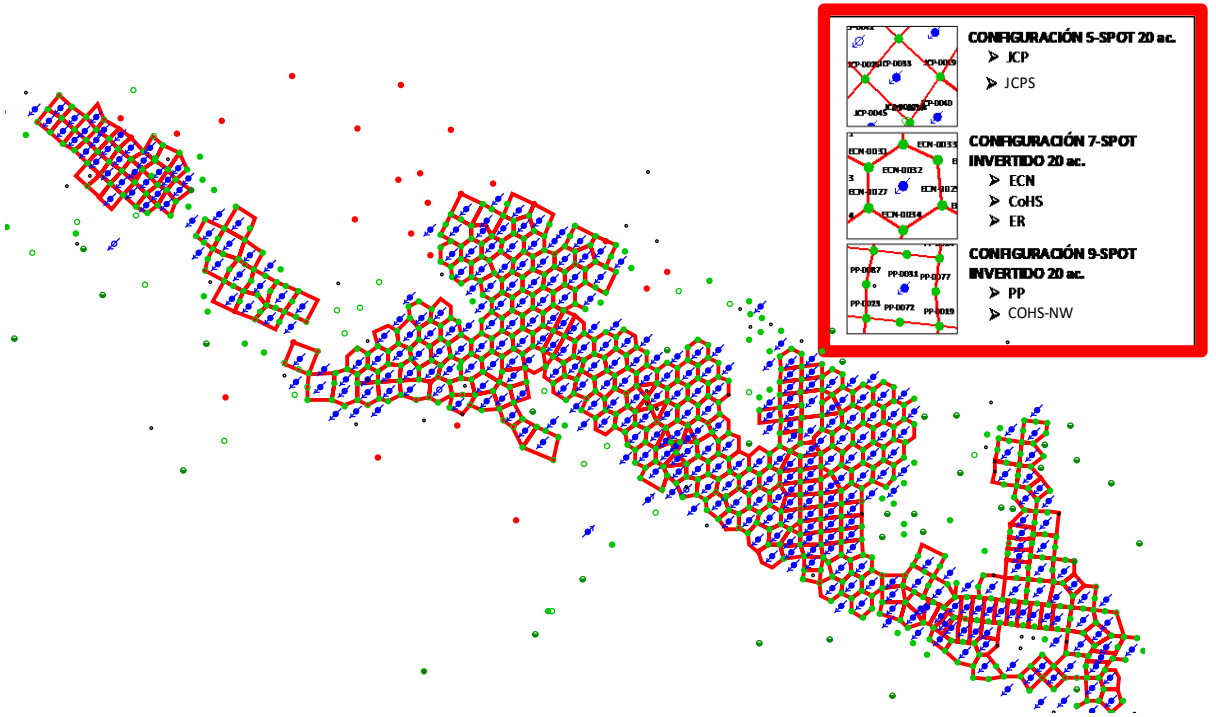
- Formación Centenario Superior e Inferior
- Areniscas no consolidadas
- Profundidad de 550-650 mbbp
- Hasta 5 unidades de flujo por malla
- Espesor útil de hasta 18 m
- Alta porosidad (30%) y permeabilidad (0,5-4D)
- Viscosidad del petróleo media-alta (200-400 cp)
- Roca reservorio altamente mojable al agua



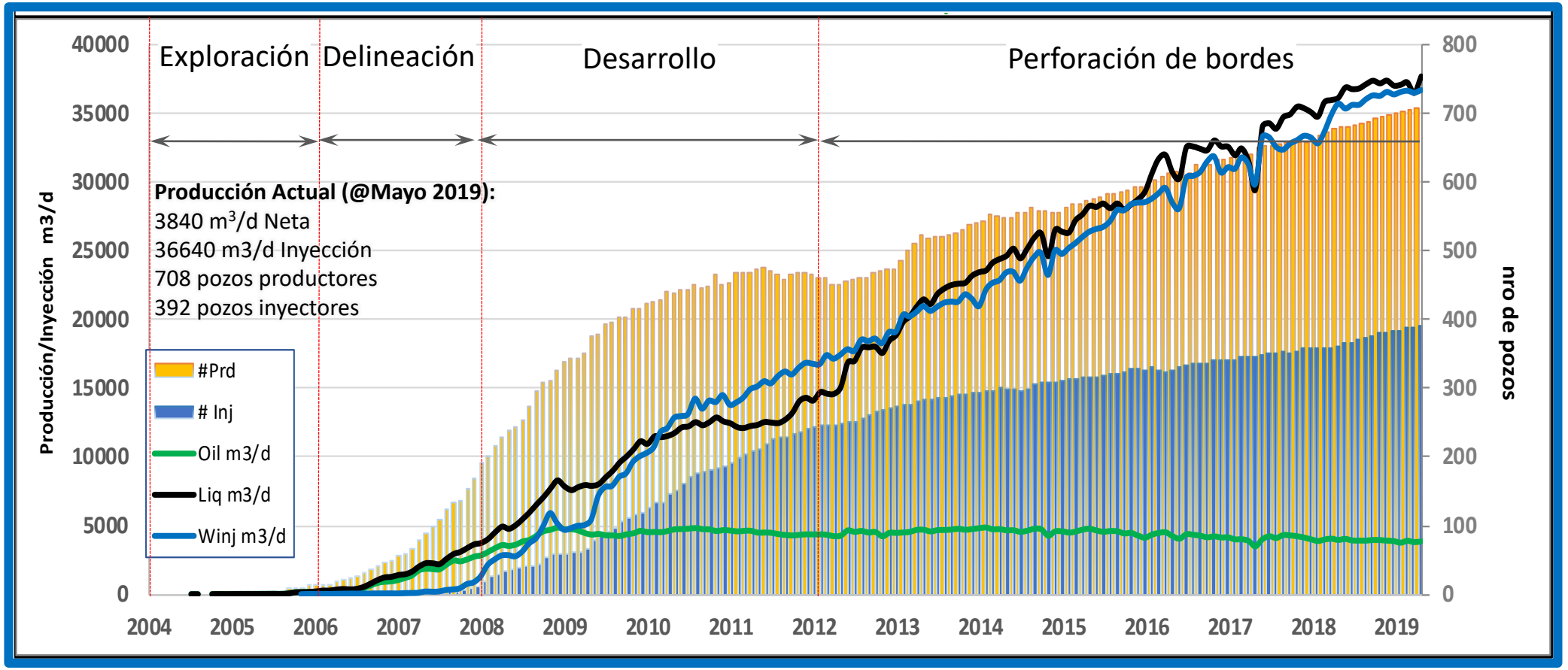
MECANISMOS E HISTORIA DE PRODUCCIÓN

- CHOPS+Recuperación Secundaria
- Esquemas de inyección regulares
- Desarrollo continuo bajo perforación
- Desarrollo de proyectos EOR
- Incremento de la inyección y producción

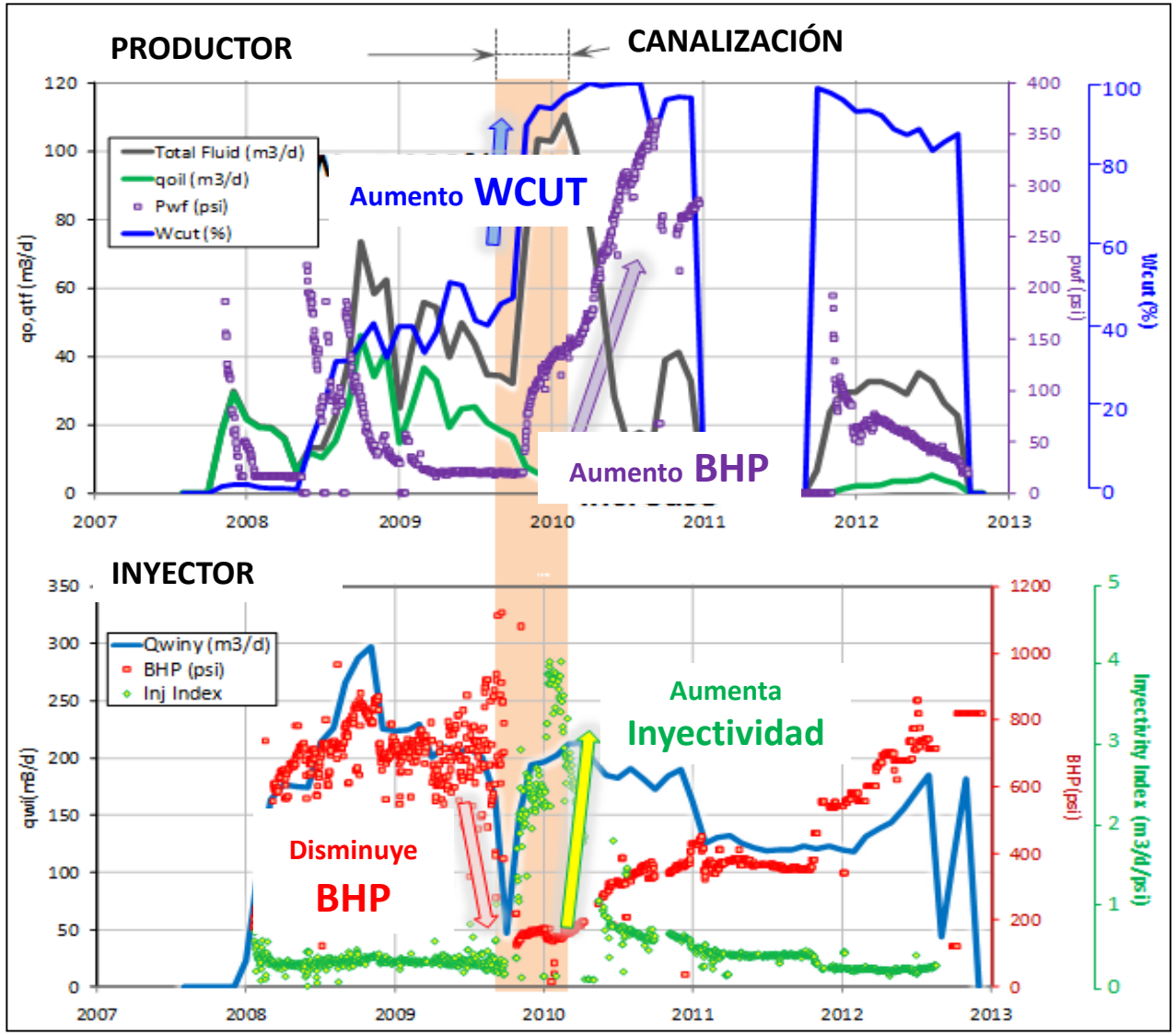




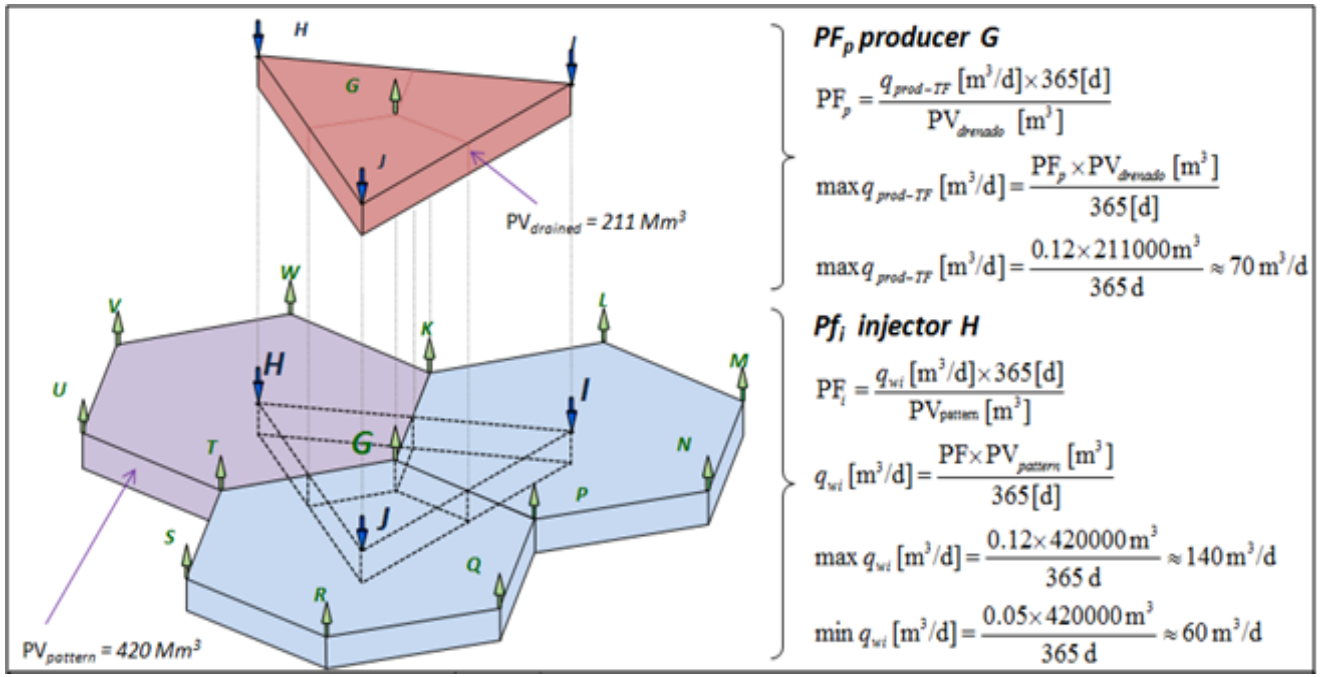
MECANISMOS E HISTORIA DE PRODUCCIÓN



MECANISMOS E HISTORIA DE PRODUCCIÓN



GERENCIAMIENTO DE VRR Y PF



PF_p producer G

$$PF_p = \frac{q_{prod-TF}\,[m^3/d]\times 365[d]}{PV_{drenado}\,[m^3]}$$

$$\max q_{prod-TF}\,[m^3/d] = \frac{PF_p \times PV_{drenado}\,[m^3]}{365[d]}$$

$$\max q_{prod-TF}\,[m^3/d] = \frac{0.12\times 211000\,m^3}{365\,d} \approx 70\,m^3/d$$

Pf_i injector H

$$PF_i = \frac{q_{wi}\,[m^3/d]\times 365[d]}{PV_{pattern}\,[m^3]}$$

$$q_{wi}\,[m^3/d] = \frac{PF\times PV_{pattern}\,[m^3]}{365[d]}$$

$$\max q_{wi}\,[m^3/d] = \frac{0.12\times 420000\,m^3}{365\,d} \approx 140\,m^3/d$$

$$\min q_{wi}\,[m^3/d] = \frac{0.05\times 420000\,m^3}{365\,d} \approx 60\,m^3/d$$

PROCESSING FACTOR POZO INYECTOR (Pf_i)

VOIDAGE REPLACEMENT RATIO (VRR)

PROCESSING FACTOR POZO PRODUCTOR (Pf_P)

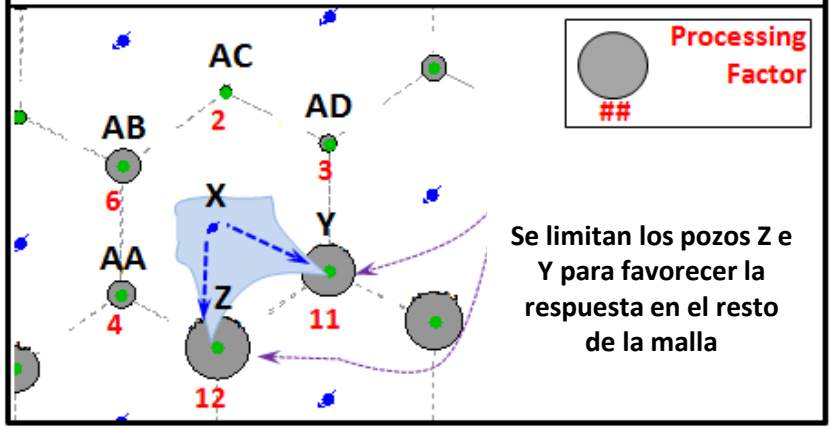
$$PF_i = \frac{q_{wi}\,[m^3/d]\times 365[d]}{PVpattern\,[m^3]}$$

$$VRR = \frac{\text{Fluid in}}{\text{Fluid out}} = \frac{q_{wi}}{q_o + q_w + q_g + q_s}$$

$$PF_p = \frac{q_{total-fluid}\,[m^3/d]\times 365[d]}{PV_{drain}\,[m^3]}$$

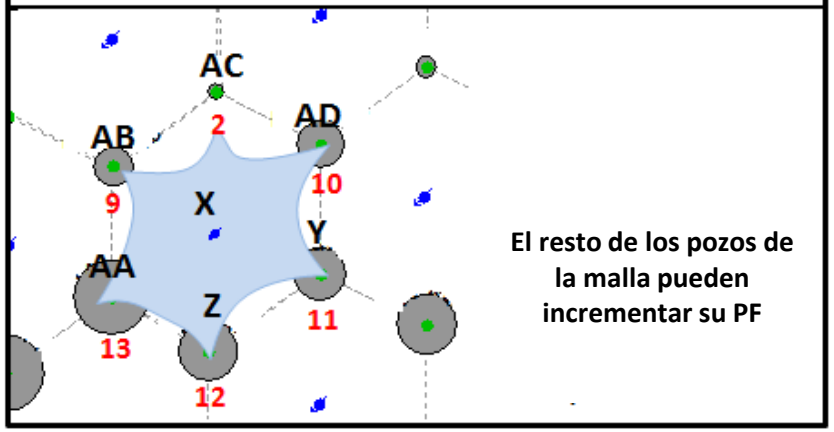
GERENCIAMIENTO DE VRR Y PF

Febrero 2011 el pozo Z e Y se les restringe el caudal

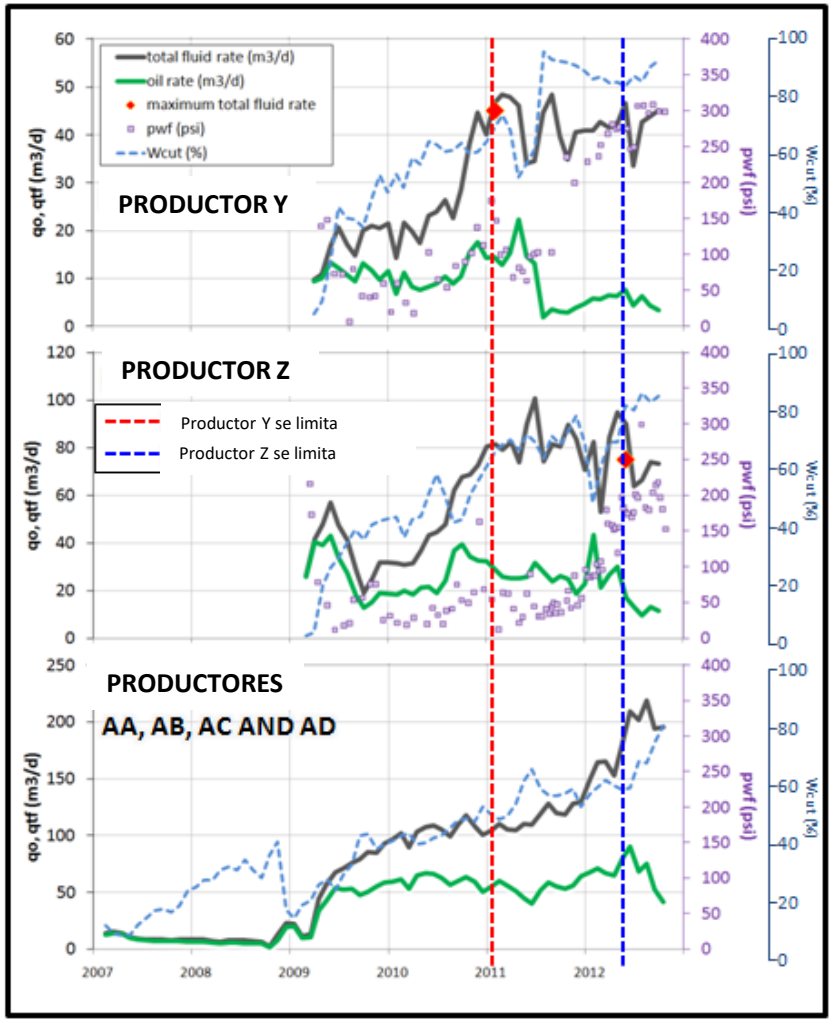


Se limitan los pozos Z e Y para favorecer la respuesta en el resto de la malla

Agosto 2012 se mejora la Ev



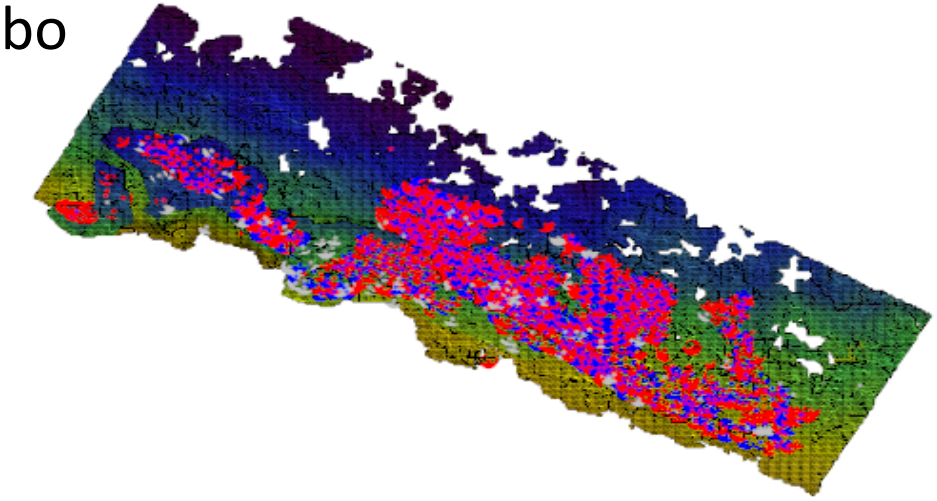
El resto de los pozos de la malla pueden incrementar su PF

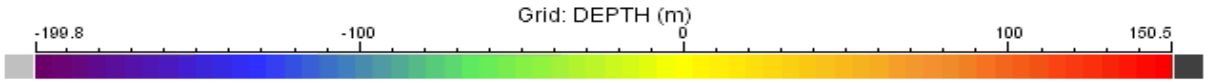


MONITOREO BASADO EN LINEAS DE FLUJO

¿Qué se necesita?

- Construcción de modelo 3D para Yacimiento el Corcobo
- Mapas 2D de las distintas variables estáticas
- Laboratorio Petrofisica, PVT, etc.
- Trayectoria e historia de intervenciones de pozos
- Historia de producción e inyección por pozo

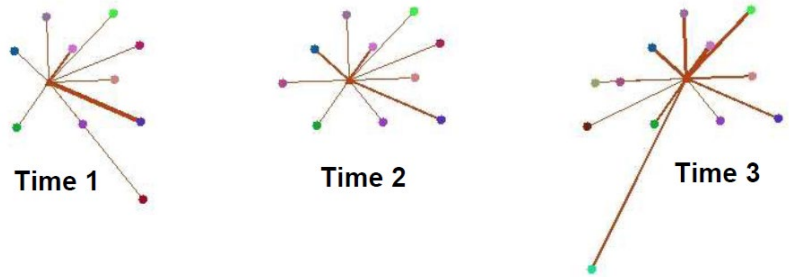




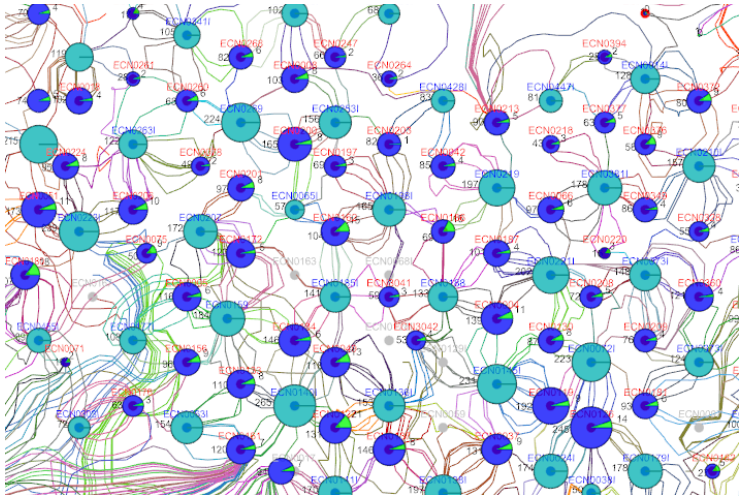
MONITOREO BASADO EN LINEAS DE FLUJO

¿Qué se obtiene?

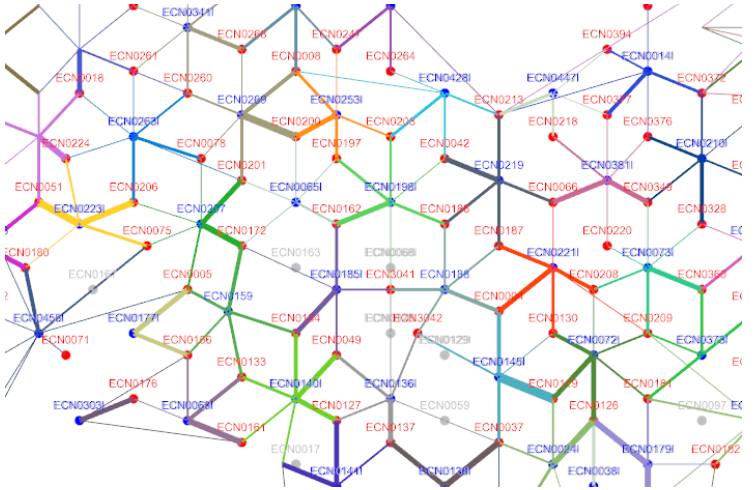
- Intervienen ecuaciones de flujo, tasas de producción e inyección
- Conexiones cuantitativas entre productores e inyectores
- WAF (Well Allocation Factor) como factor de alocación dinámico
- Métrica de Eficiencia a la inyección
- Método de gerenciamiento de caudales
- Incremento de Ev y reducción Water Cycling
- Seguimiento del petróleo remanente



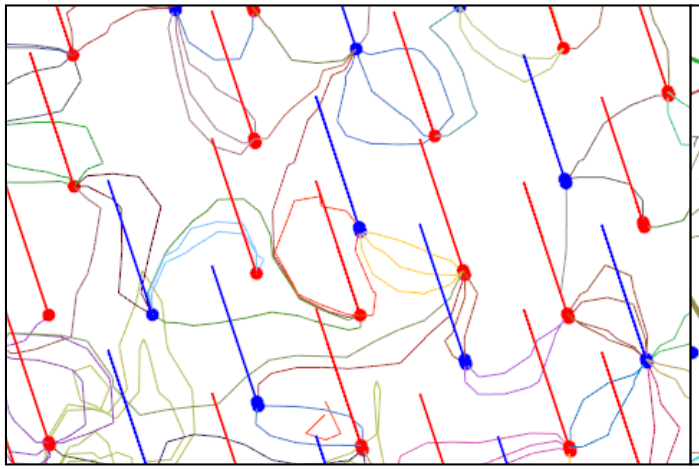
LINEAS DE FLUJO



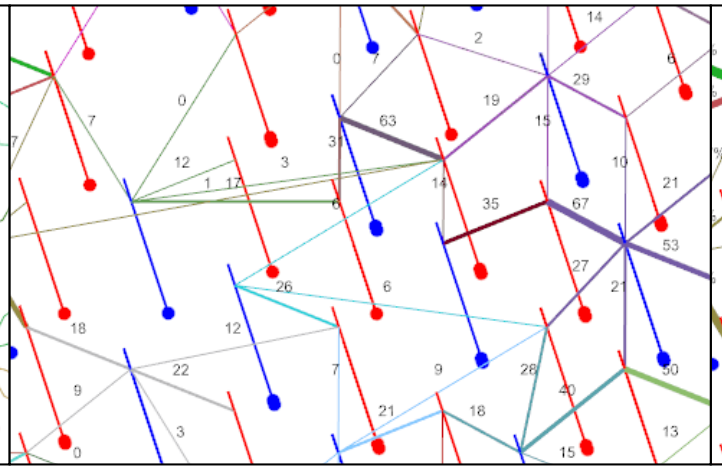
FP MAPS



MONITOREO BASADO EN LINEAS DE FLUJO

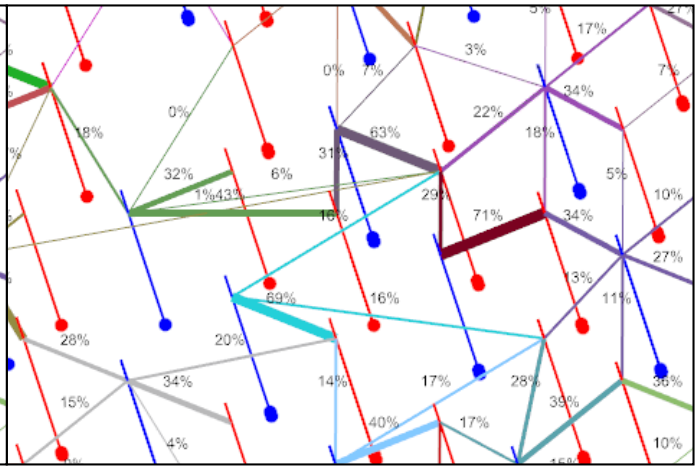


Líneas de Flujo



FP Maps

$$FP = Q_T^{\,I-P} = \Sigma SL$$



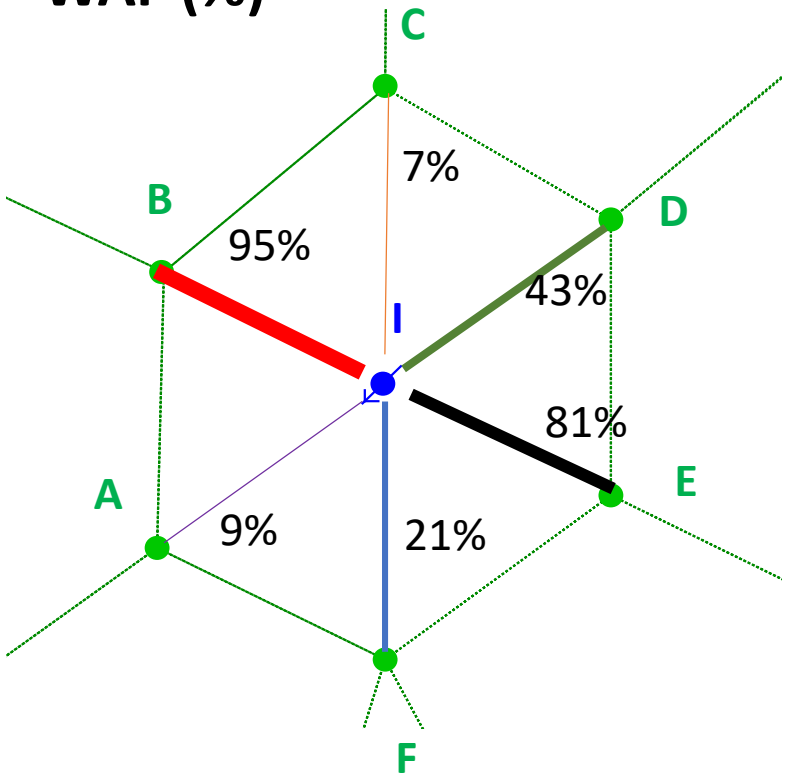
WAF

$$WAF^{I-P} = \frac{Q^{I-P}}{Q^{I}}$$

$$WAF^{P-I} = \frac{Q^{P-I}}{Q^{P}}$$

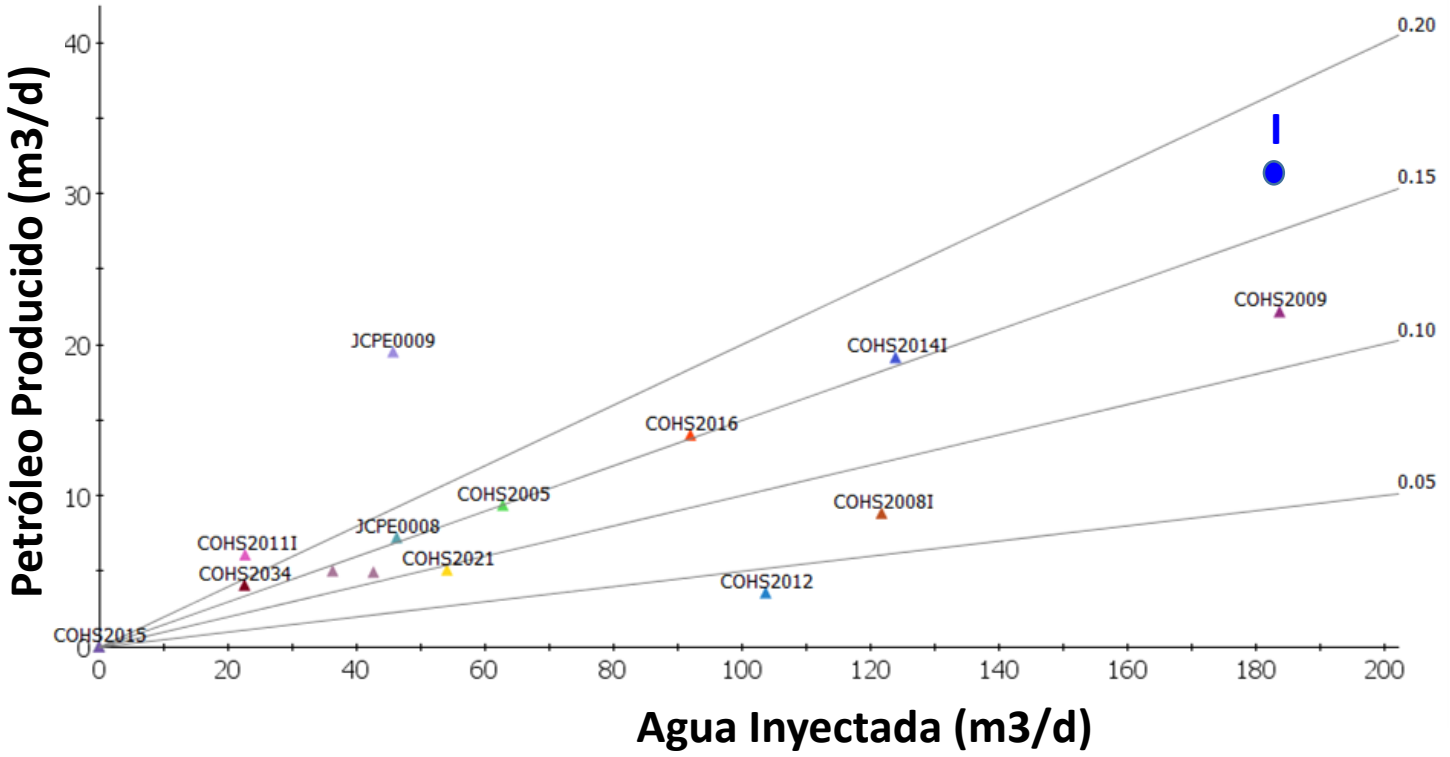
MONITOREO BASADO EN LINEAS DE FLUJO

WAF (%)

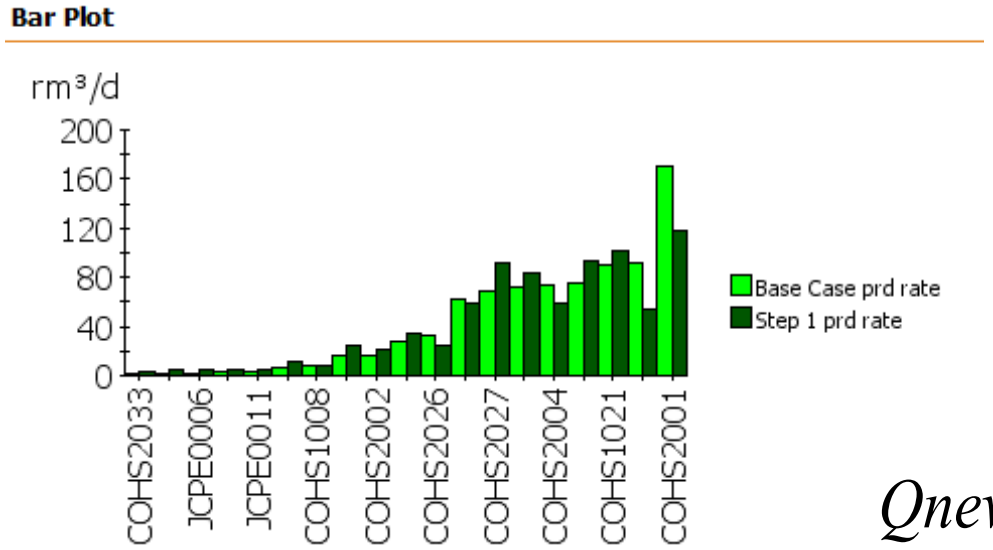


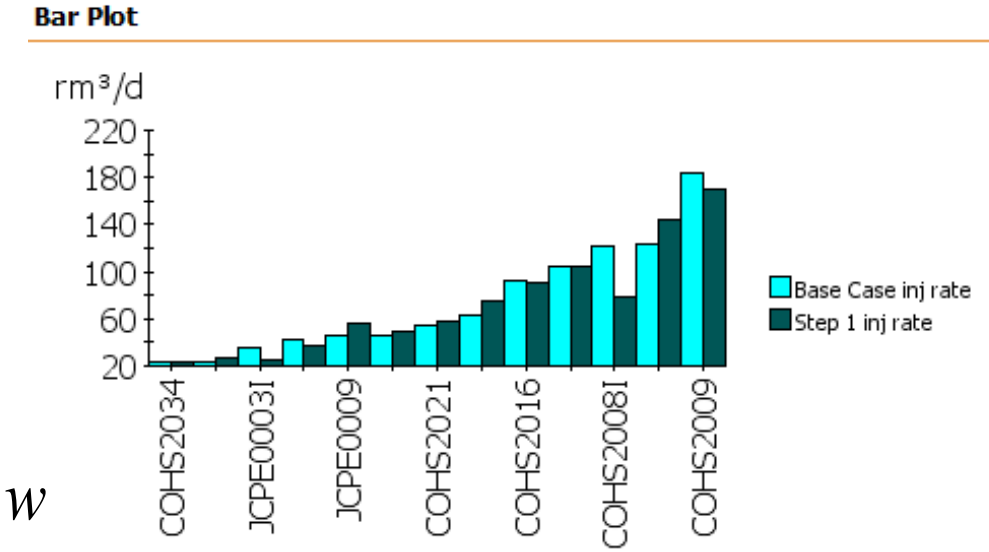
$$Qo^I = 0.09 * A + 0.95 * B + 0.07 * C + 0.43 * D + 0.81 * E + 0.21 * F$$

$$Ieff = \frac{Qo^I}{Qiny}$$

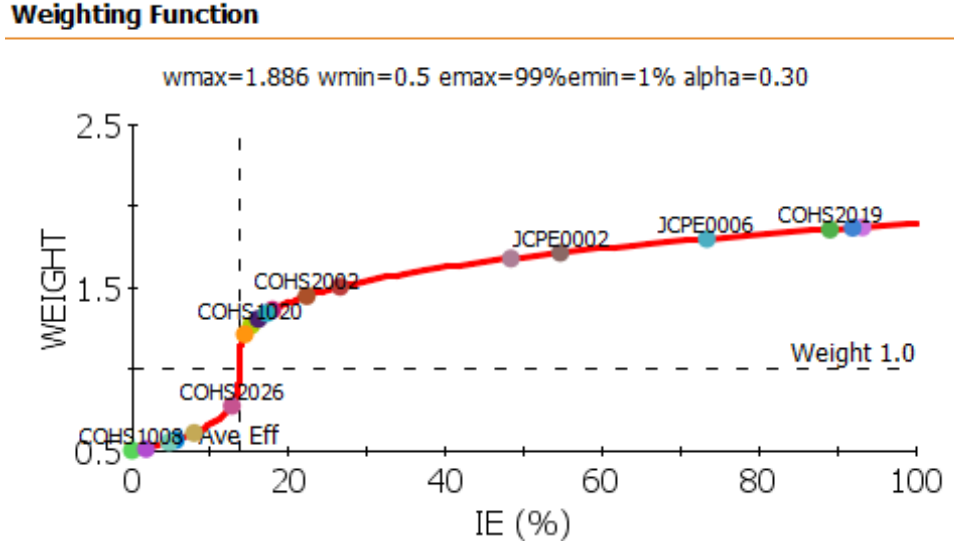


MONITOREO BASADO EN LINEAS DE FLUJO





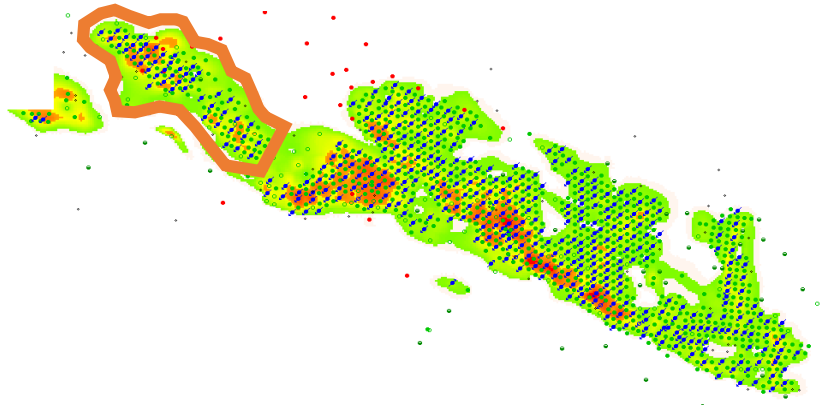
$$Qnew = Qold \times w$$



- Función de peso en relación de la eficiencia
- Pondera las líneas de flujo eficientes
- Restringe las ineficientes
- Posibilidad de evaluar el impacto de las distintas funciones definidas
- Restricciones temporales/físicas

MODELADO Y APLICACIONES

JCP - COHS



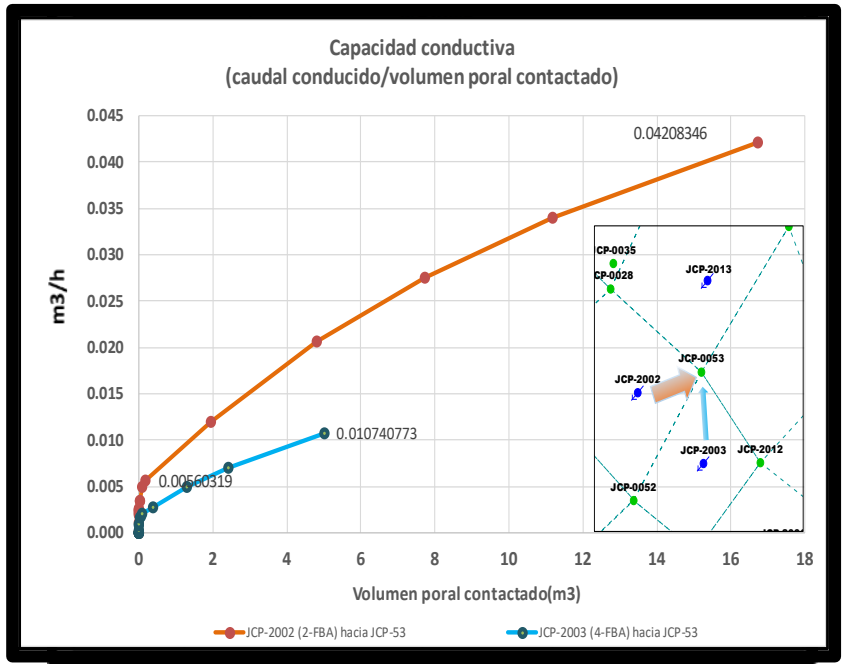
nstrucción del Modelo

eneración de Caudales
Recomendados

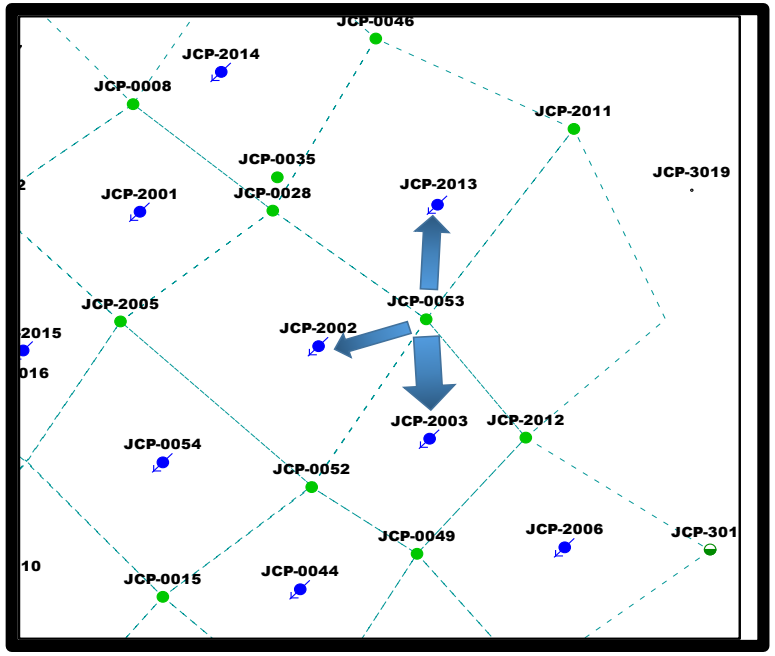
lementación en Campo
Seguimiento

MODELADO Y APLICACIONES

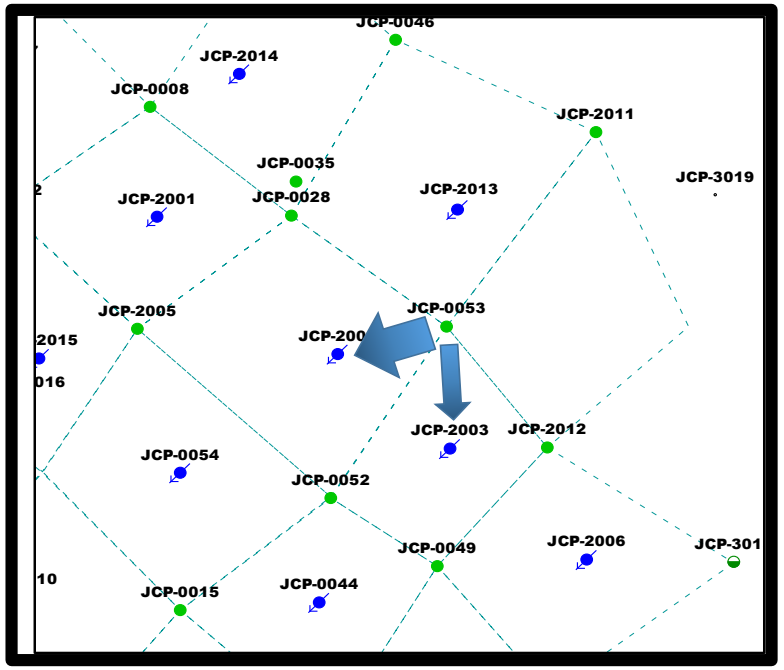
JCP



TRAZADORES



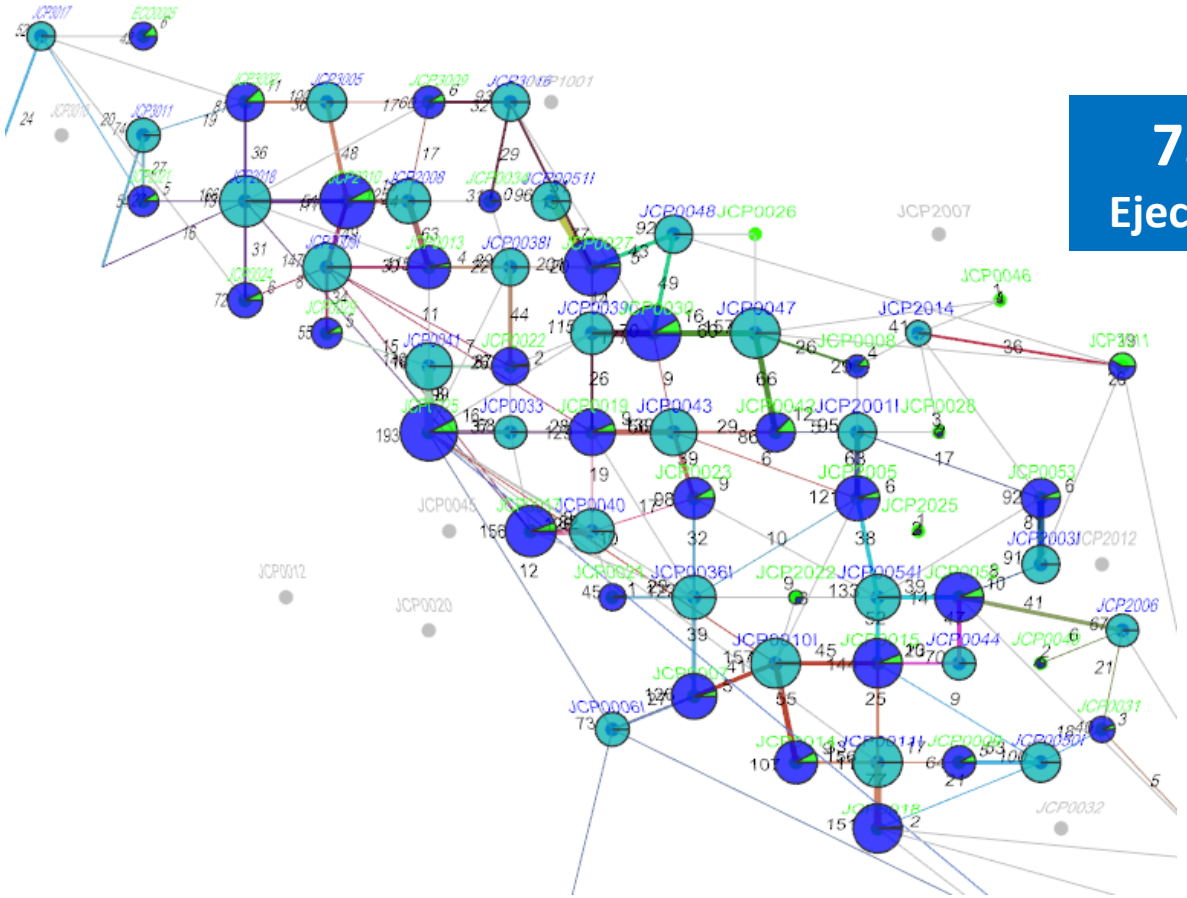
VRR-WAF%



LF-WAF%

MODELADO Y APLICACIONES

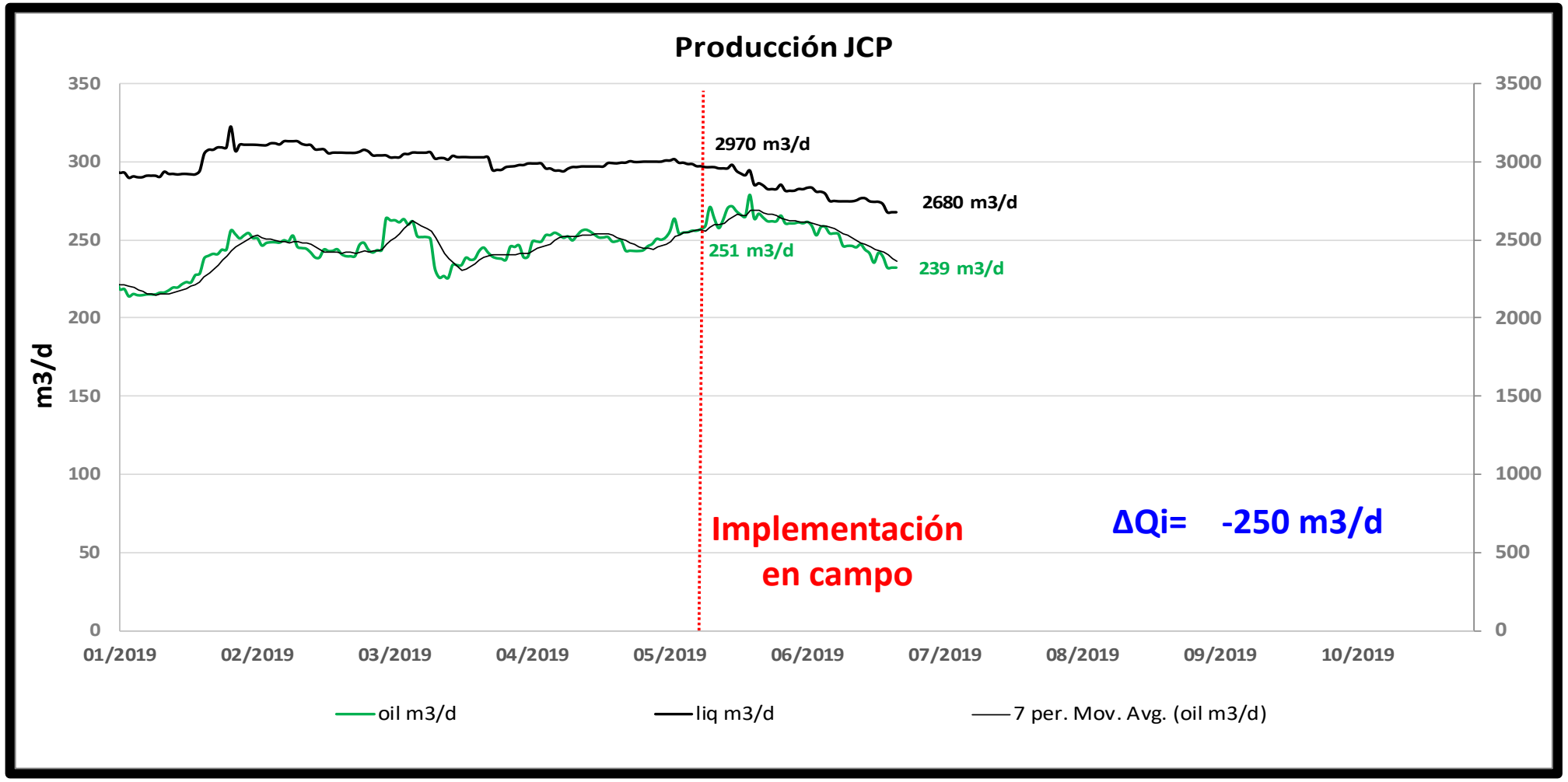
JCP



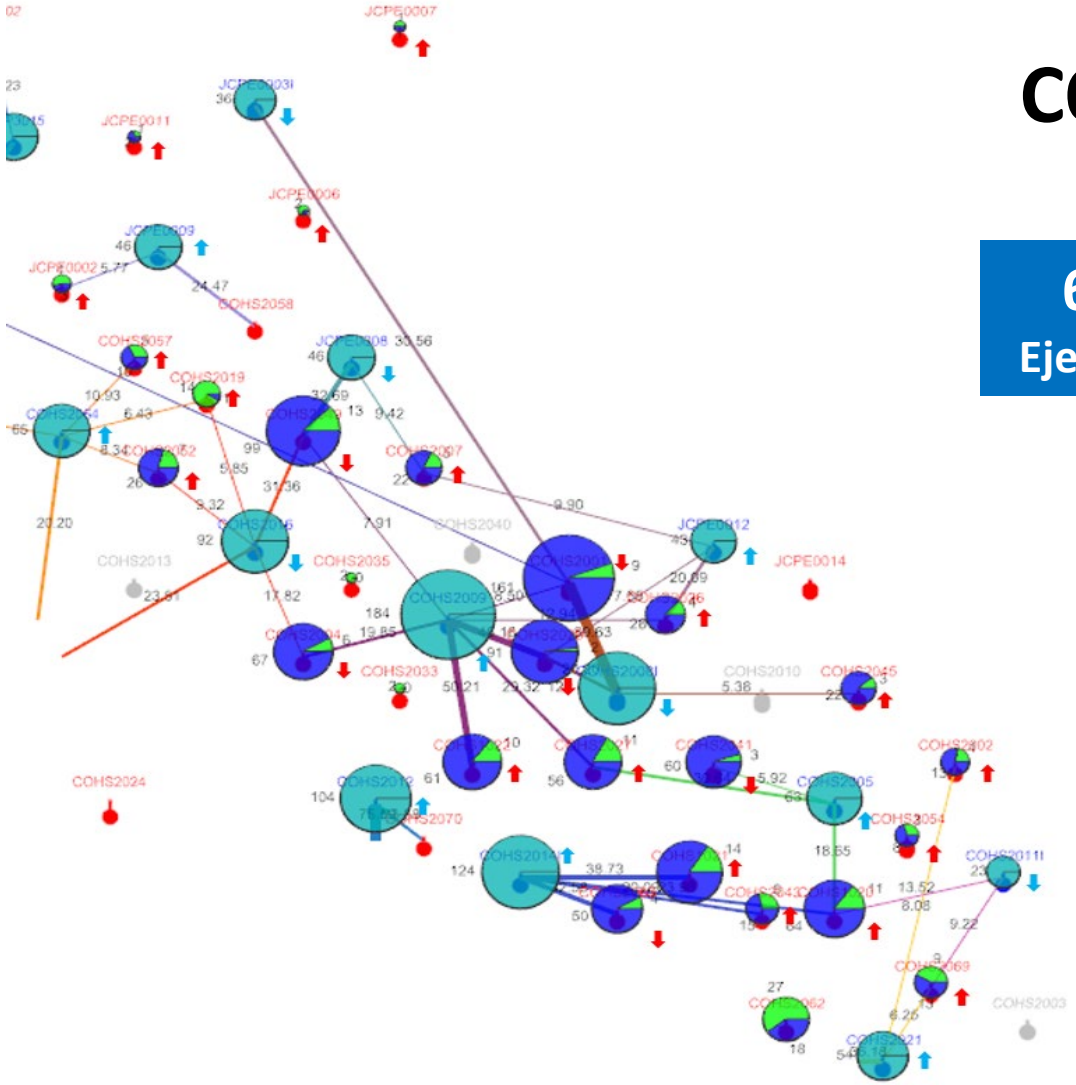
73%
Ejecutado

Type	Well	Target(m3/d)		Type	Well	Target(m3/d)	
Productor	ECO-0005	25	✓	Productor	JCP-2011	70	✗
Productor	JCP-0007	95	✓	Productor	JCP-2012	15	✗
Productor	JCP-0008	40	✓	Productor	JCP-2021	45	✓
Productor	JCP-0009	70	✓	Productor	JCP-2022	30	✗
Productor	JCP-0013	85	✓	Productor	JCP-3002	115	✗
Productor	JCP-0014	100	✓	Productor	JCP-3009	55	✓
Productor	JCP-0015	120	✓	Inyector	JCP-0006	80	✓
Productor	JCP-0017	155	✓	Inyector	JCP-0010	175	✓
Productor	JCP-0018	110	✓	Inyector	JCP-0033	130	✓
Productor	JCP-0019	125	✓	Inyector	JCP-0036	115	✓
Productor	JCP-0021	75	✓	Inyector	JCP-0038	80	✓
Productor	JCP-0022	70	✗	Inyector	JCP-0039	110	✓
Productor	JCP-0023	100	✓	Inyector	JCP-0040	125	✓
Productor	JCP-0024	60	✗	Inyector	JCP-0041	135	✓
Productor	JCP-0025	175	✗	Inyector	JCP-0043	135	✓
Productor	JCP-0027	180	✓	Inyector	JCP-0044	70	✓
Productor	JCP-0028	10	✗	Inyector	JCP-0047	165	✓
Productor	JCP-0029	45	✗	Inyector	JCP-0048	90	✓
Productor	JCP-0030	180	✓	Inyector	JCP-0051	105	✓
Productor	JCP-0031	30	✗	Inyector	JCP-0054	145	✓
Productor	JCP-0034	95	✗	Inyector	JCP-2001	90	✓
Productor	JCP-0042	120	✗	Inyector	JCP-2002	140	✓
Productor	JCP-0046	10	✗	Inyector	JCP-2003	95	✓
Productor	JCP-0049	15	✗	Inyector	JCP-2008	120	✓
Productor	JCP-0052	125	✗	Inyector	JCP-2014	60	✓
Productor	JCP-0053	80	✓	Inyector	JCP-2020	70	✓
Productor	JCP-2005	130	✓	Inyector	JCP-3005	120	✓
Productor	JCP-2010	135	✓				

MODELADO Y APLICACIONES



MODELADO Y APLICACIONES

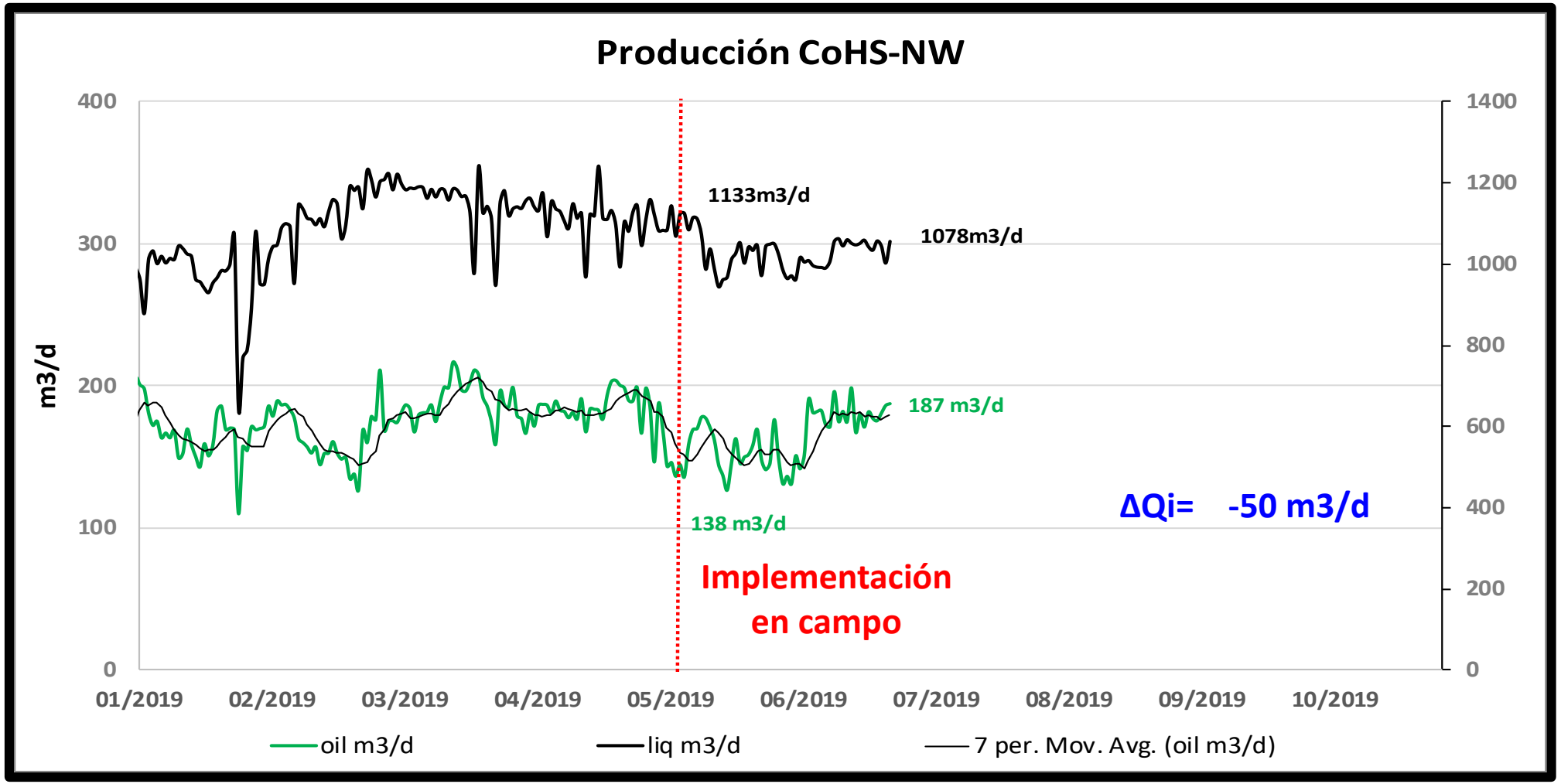


COHS

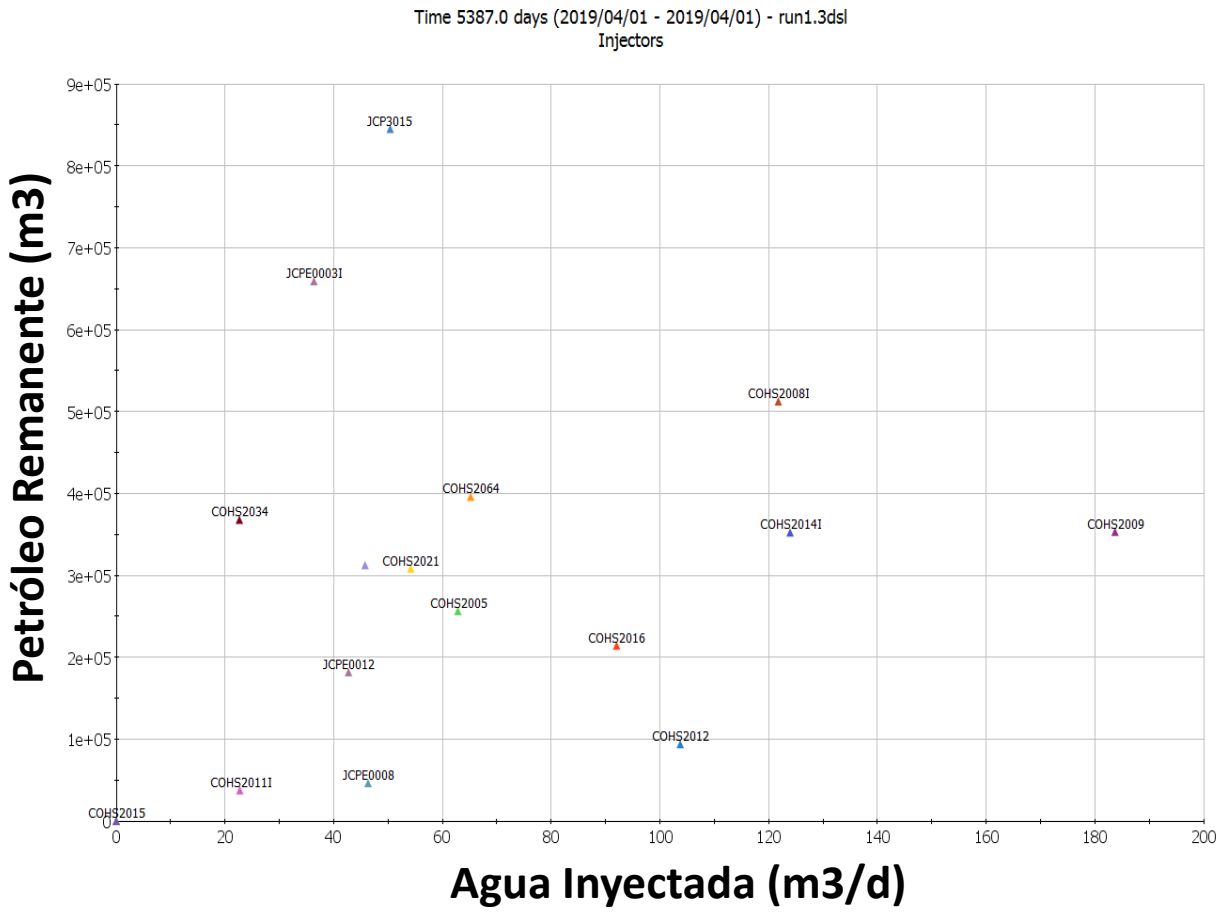
65%
Ejecutado

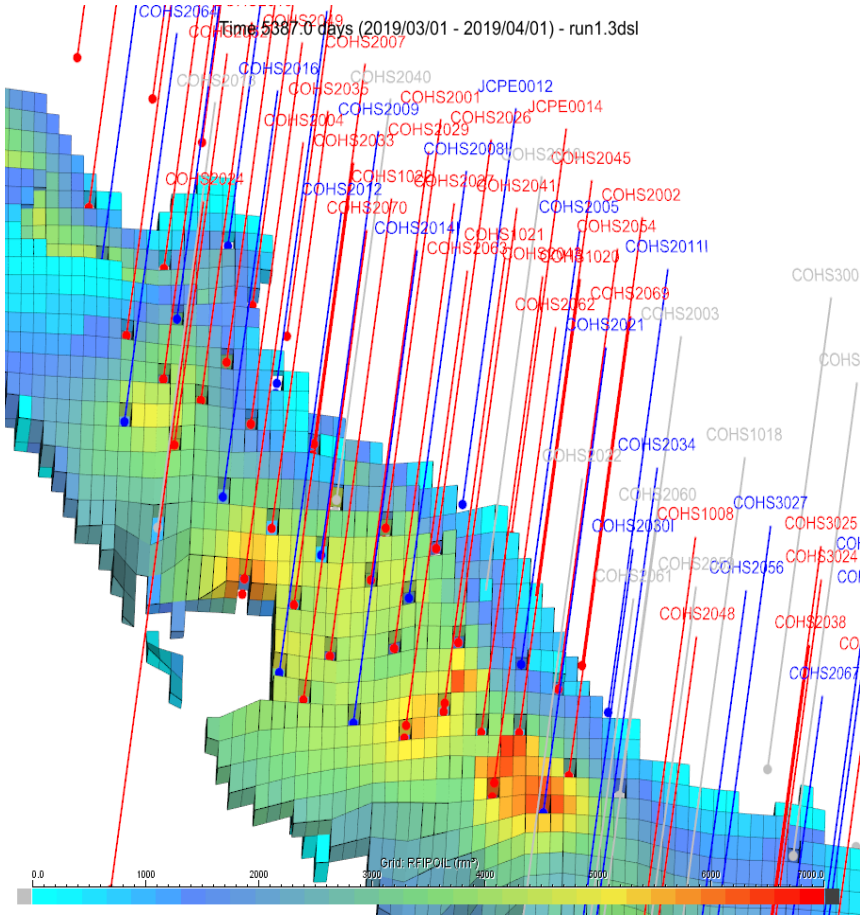
Type	Well	Target(m3/d)	
Productor	CoHS-1020	105	✗
Productor	CoHS-1021	130	✗
Productor	CoHS-1022	115	✗
Productor	CoHS-2001	110	✓
Productor	CoHS-2002	30	✓
Productor	CoHS-2004	55	✓
Productor	CoHS-2007	50	✗
Productor	CoHS-2019	30	✗
Productor	CoHS-2026	53	✓
Productor	CoHS-2027	85	✗
Productor	CoHS-2029	50	✓
Productor	CoHS-2041	55	✓
Productor	CoHS-2043	40	✗
Productor	CoHS-2045	30	✓
Productor	CoHS-2049	75	✓
Productor	CoHS-2052	50	✓
Productor	CoHS-2054	15	✓
Productor	CoHS-2057	30	✓
Productor	CoHS-2062	50	✗
Productor	CoHS-2063	35	✓
Productor	CoHS-2069	40	✗
Productor	JCPE-0002	15	✓
Inyector	CoHS-2005	80	✗
Inyector	CoHS-2008	80	✓
Inyector	CoHS-2009	200	✓
Inyector	CoHS-2011	40	✗
Inyector	CoHS-2012	110	✓
Inyector	CoHS-2014	170	✓
Inyector	CoHS-2016	80	✓
Inyector	CoHS-2021	70	✓
Inyector	CoHS-2034	30	✗
Inyector	CoHS-2064	90	✓
Inyector	JCP-3015	50	✓
Inyector	JCPE-0003	25	✓
Inyector	JCPE-0008	40	✓
Inyector	JCPE-0009	60	✓
Inyector	JCPE-0012	60	✗

MODELADO Y APLICACIONES

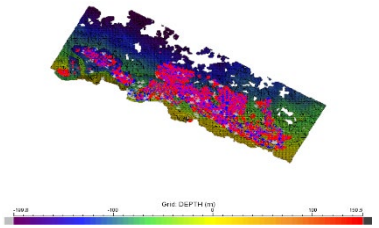


MODELADO Y APLICACIONES

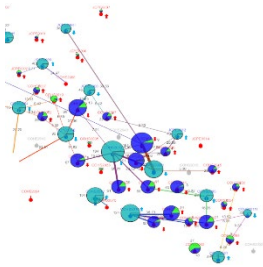




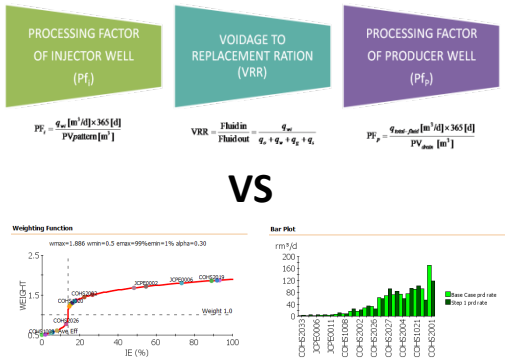
CONCLUSIONES



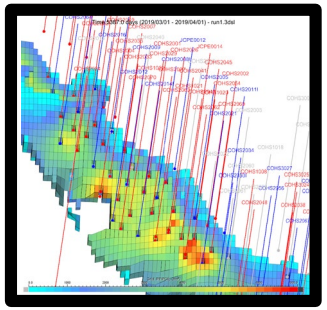
IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO 3D DE LINEAS DE FLUJO FULLFIELD



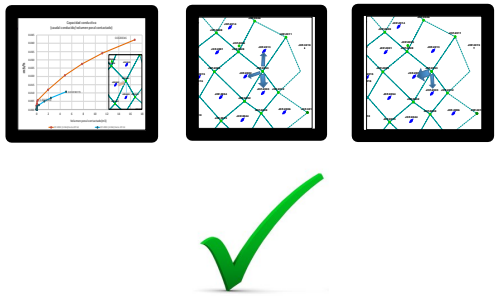
SOPORTE Y SEGUIMIENTO DESDE OPERACIÓN PARA MONITOREAR CAMBIOS



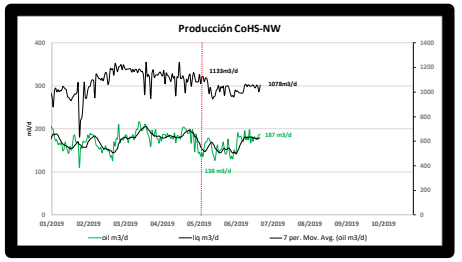
REEMPLAZA ESTRATEGIA VRR POR LINEAS DE FLUJO
(Los cambios subjetivos son reemplazados por un "método")



OBTENCIÓN DEL PETROLEO REMANENTE ACTUALIZADO



HA PODIDO REPRESENTAR DE MEJOR MANERA LAS MEDICIONES FISICAS



RESULTADOS PRELIMINARES ALENTADORES
(Mantenimiento del petróleo bajando el líquido)

MUCHAS GRACIAS