

# Dos compañías se unen para desarrollar una solución catalítica de conversión de residuos a diesel

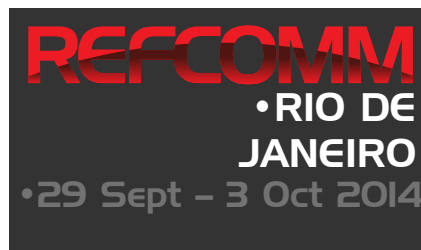


Por:

William Morales e Hipólito Rodríguez, Ecopetrol – Refinería de Barrancabermeja

Luis Javier Hoyos, Tania Chanaga y Luis Almanza ([Luis.Almanza@ecopetrol.com.co](mailto:Luis.Almanza@ecopetrol.com.co)) – Ecopetrol – ICP

Larry Hunt, Clemencia Marin, Hongbo Ma, Rick Wormsbecher, Tom Habib y Uriel Navarro ([Uriel.Navarro@grace.com](mailto:Uriel.Navarro@grace.com)) – W. R. Grace



# Panorama de la refinación en Colombia



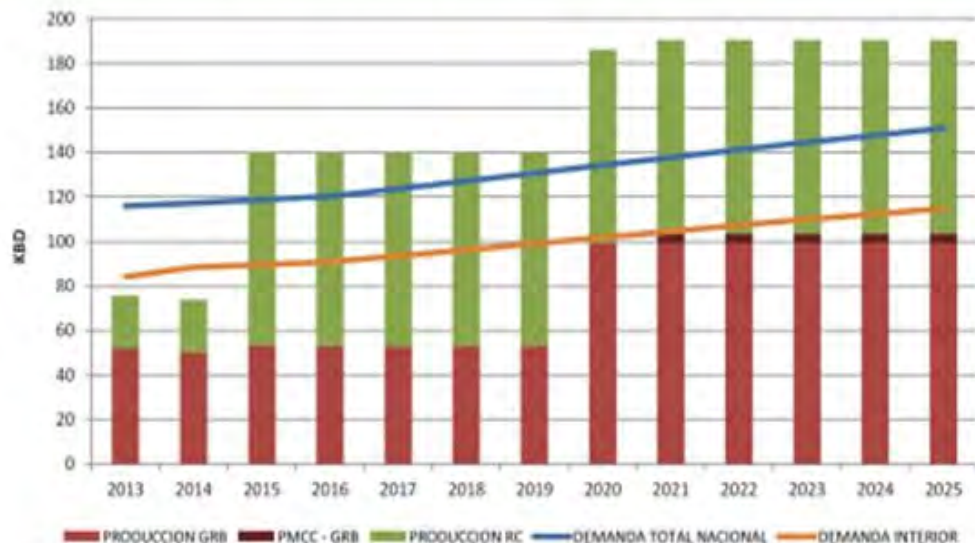
## PROYECTOS DE ECOPETROL POR MÁS DE US\$10.000 millones

1. Hidrotratamiento Refinería de Barrancabermeja
2. Importación diesel bajo azufre (50 ppm)
3. Distribución de diesel de 50 ppm para el país a partir del 1º de Enero de 2013. Implementación a partir de noviembre de 2012
4. Distribución de gasolina de 300 ppm de azufre en el territorio nacional.
5. GNV y Mezclas con Biocombustibles
6. Modernización de la Refinería de Barrancabermeja - PMRB
7. Modernización de la Refinería de Cartagena – PMD
8. I + D + i en combustibles renovables - Biocetano

# Demanda de diesel y Gasolina en Colombia

## Balance Oferta – Demanda de Diesel

Considerando la estabilización de la Refinería de Cartagena hacia finales del 2014 se observa un cambio en el mercado nacional de deficitario a excedentario, esto como respuesta a la posibilidad de atender la demanda del interior con producto de Reficar. El mercado del interior es deficitario durante todo el periodo de proyección.

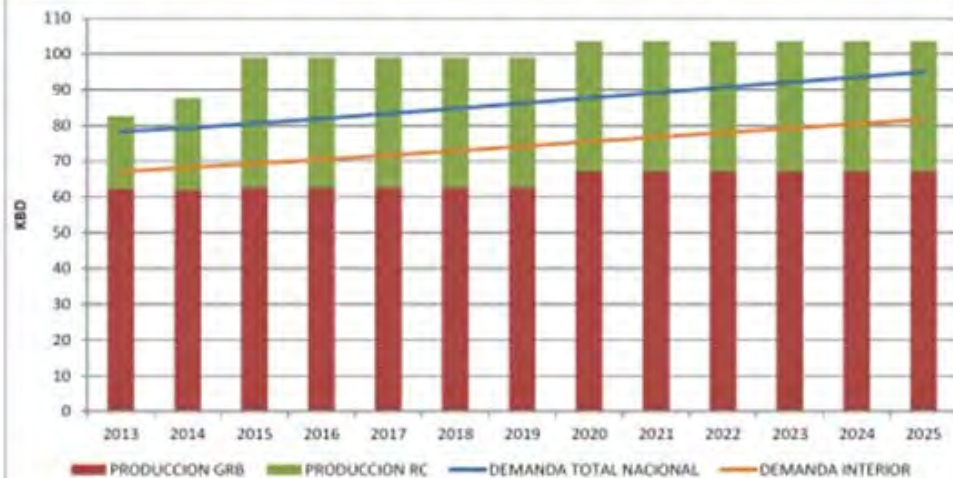


*Nota:* Se considera la estabilización de Reficar entre 2014-2015 y la estabilización del PMRB hacia 2019-2020.

Fuente: Poder Combustibles. Demanda ajustada con Proyección corto plazo GRE del 4 de julio de 2013

## Balance Oferta – Demanda de Gasolina

Se observa un mercado nacional autosuficiente a lo largo del periodo de proyección y análisis como resultado del aporte volumétrico de los proyectos de Modernización y Ampliación de Cartagena y Barrancabermeja.



*Nota:* Se considera la estabilización de Reficar entre 2014-2015 y la estabilización del PMRB hacia 2019-2020.

Fuente: Poder Combustibles. Demanda ajustada con Proyección corto plazo GRE del 4 de julio

# Principales Fuerzas impulsadoras del Proyecto

1. La capacidad de conversión de las refinerías de Ecopetrol, fundamentada en la tecnología de FCC.
2. Dietas de crudo cada vez más rica en crudos pesados.
3. No existían soluciones específicas de catalizadores para LCO en ambiente de alto contenido de Ni+V.
4. El LCO es un componente importante de las corrientes enviadas a las unidades de hidrotreatmento de diesel.



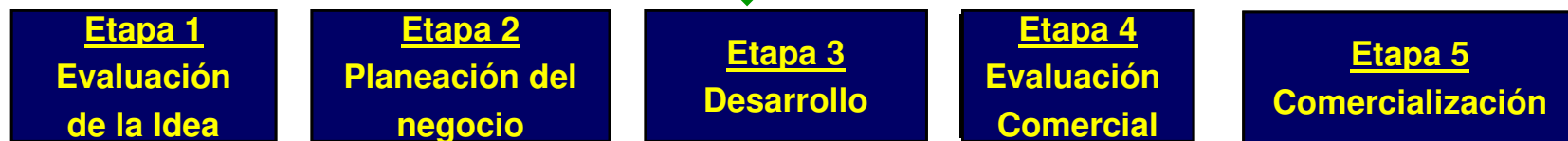
## Objetivos del Proyecto

1. Desarrollar un catalizador de FCC para incrementar en 3%v los rendimientos de LCO
2. Aumentar en 4 puntos el índice de cetano (IC)
3. Disminución máxima de 2%v en gasolina manteniendo el número de octano



# Fases del Proyecto y Diseño Experimental

## Proceso PRISM – Desarrollo de un nuevo producto

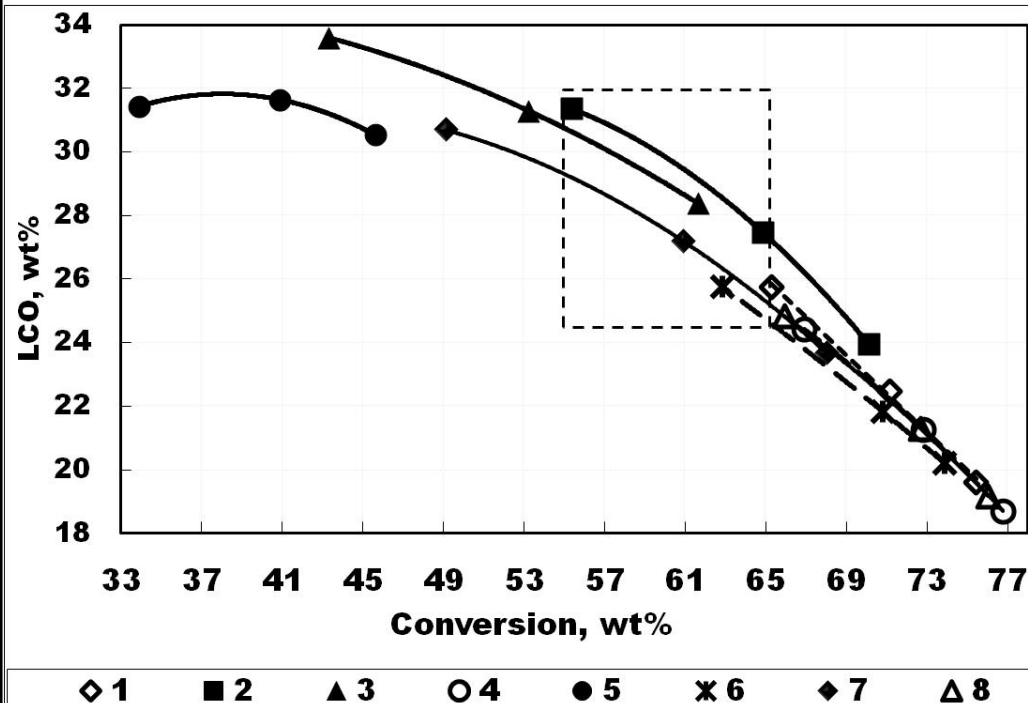


## Diseño Experimental del proyecto

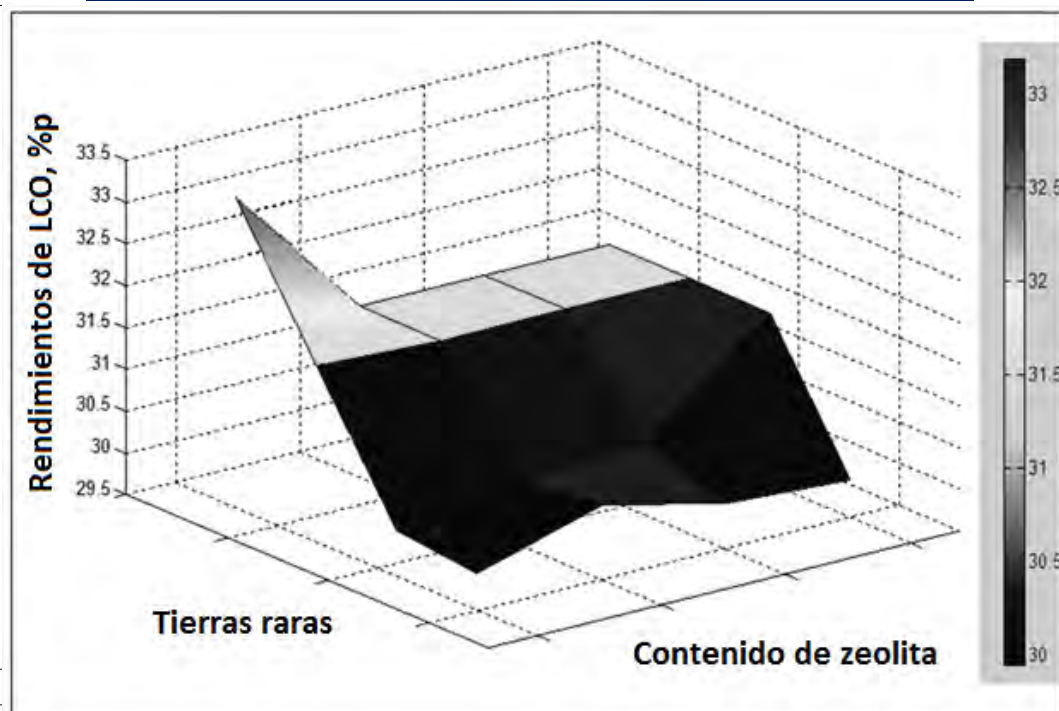


# Desarrollo del proyecto – Fase experimental

## Selección de la matriz

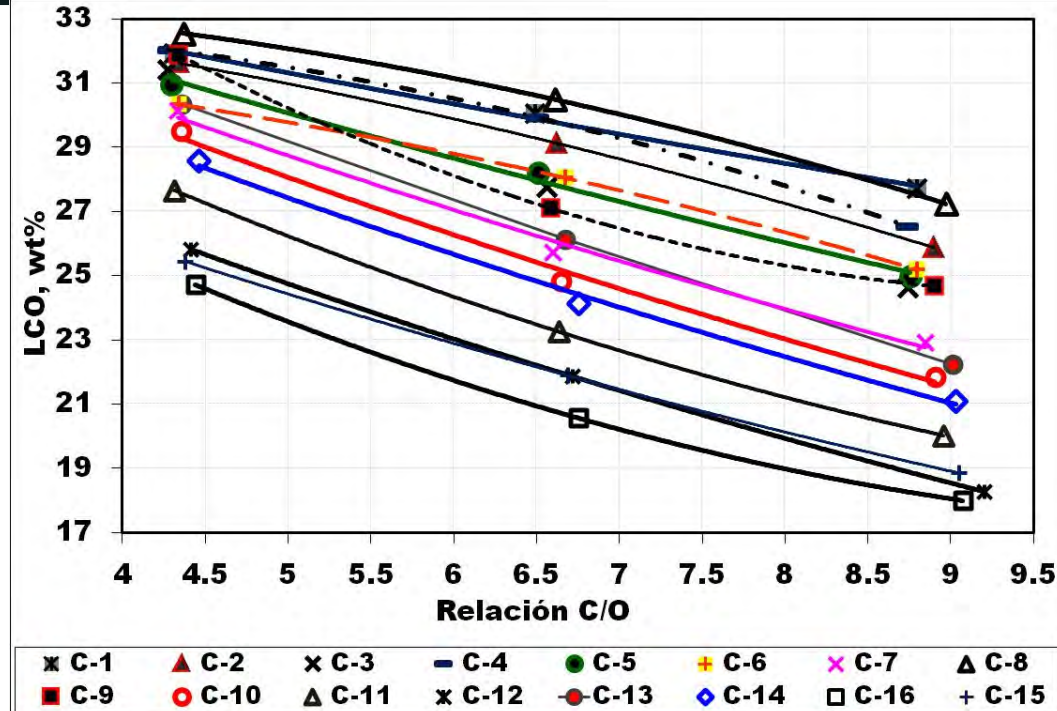
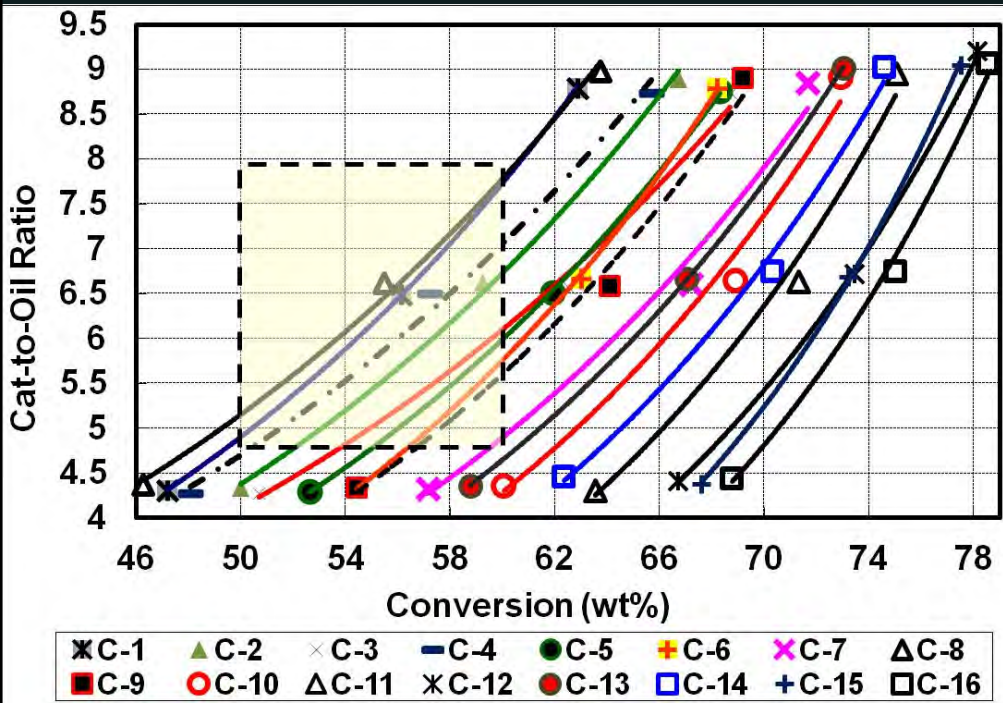


## Variables del catalizador



1. Los ensayos ACE permitieron seleccionar la matriz del MIDAS
2. Zeolita: 5-30%p,  $\text{Re}_2\text{O}_3$ : 0-6% y Matriz entre 20-40%
3. Se evaluaron alrededor de 20 formulaciones diferentes

# Diseño experimental – Selección mejores formulaciones



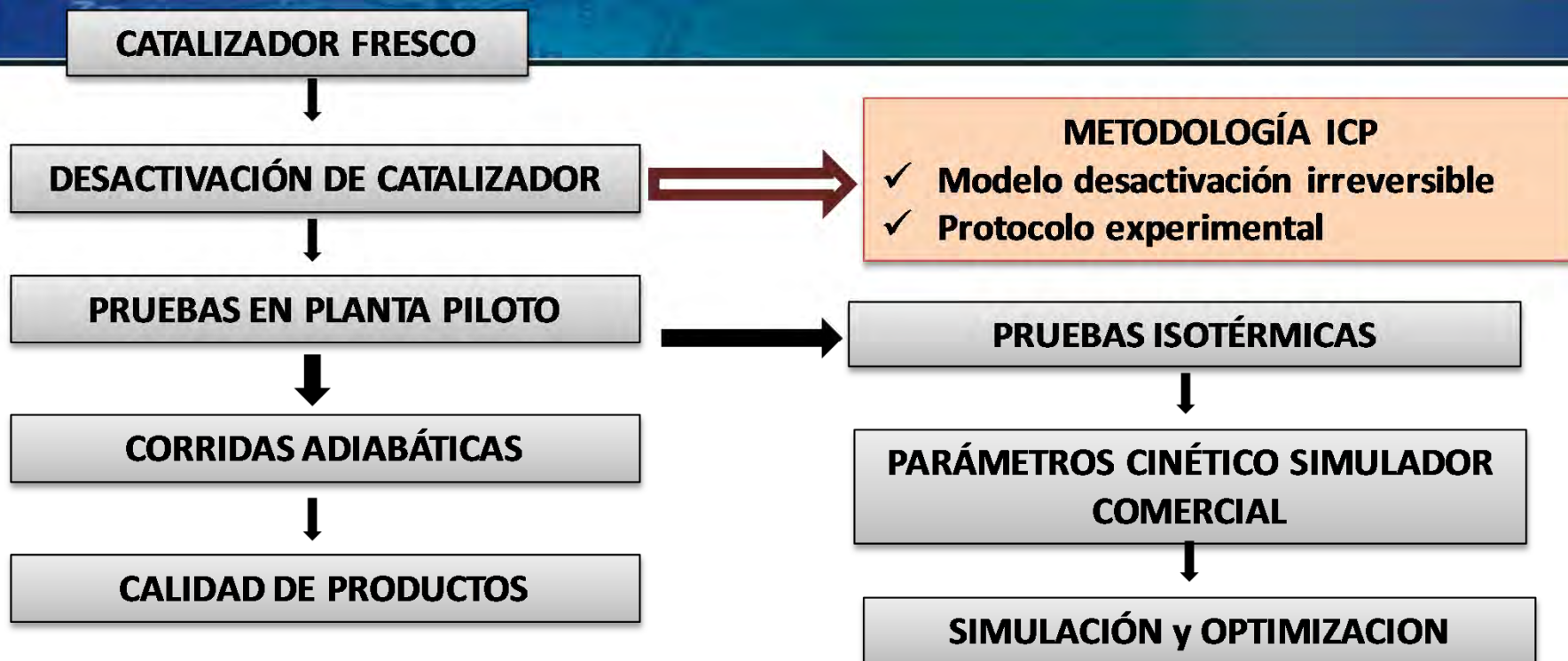
1. Moderada actividad (50-60%). Disminuir el cracking de la fracción del LCO
2. Matrices activas con selectividad a conversión de fondos, coque y gas.
3. Se seleccionaron las dos mejores formulaciones



Optimizar la selectividad a coque y gas en metales altos



# Procedimiento de Evaluación de catalizadores



## Condiciones de operación:

Temperatura: 505°C

Presión: 23 Psi

C/O: 7.5

Carga: 10%p HCO (corte 650-800°F) + 90%p carga base (30%p DMO + 70% GAO)

## Condiciones de operación:

Temperatura: 505°C

Presión: 24 Psi

C/O: 5,6.5,8,9.5,11.

Carga: 10%p HCO (corte 650-800°F) + 90%p carga base (30%p DMO + 70% GAO)

# Simulación Catalizador de equilibrio - ECAT

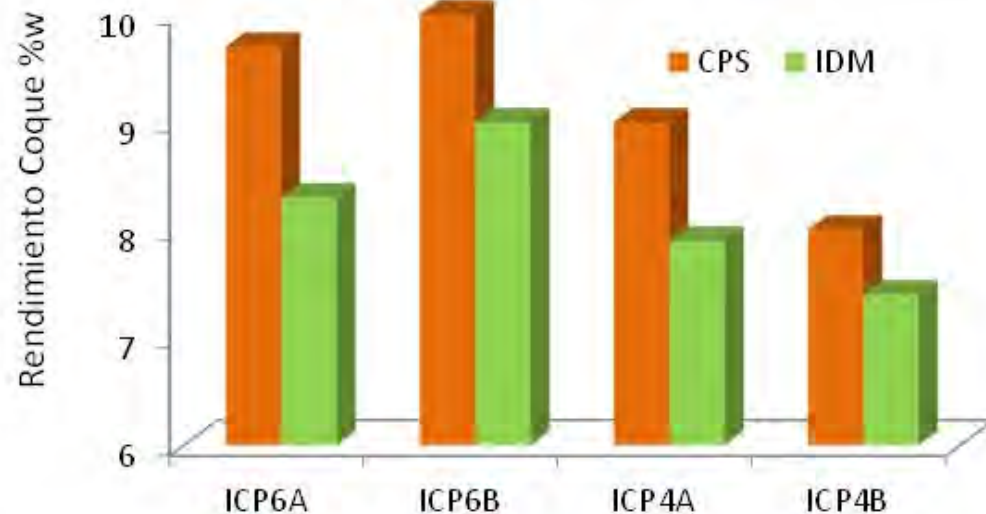
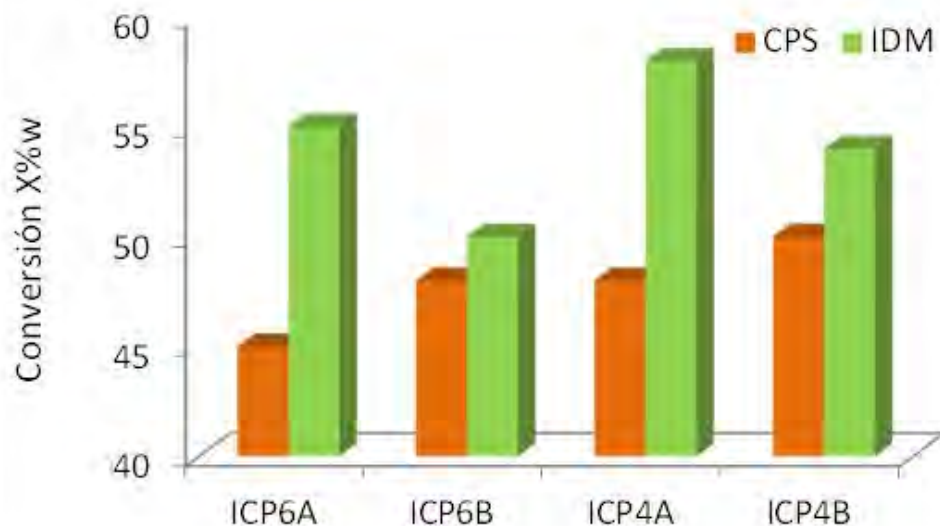
CATALIZADOR	FRESCO		CAT DESACTIVADO			
	ECAT*1	ECAT*2	BASE*1	BASE*2		
TSA, m <sup>2</sup> /gr	186	152	428	327	179	167
ZA, m <sup>2</sup> /gr	143	98	234	232	135	111
MA, m <sup>2</sup> /gr	43	54	194	95	44	56
TSA Ret, %					42%	51%
ZA Ret, %					58%	48%
MA Ret, %					23%	59%
Níquel, ppm	5500	4802	-	-		2964
Vanadio, ppm	6100	6929	-	-		5413

\*1 Catalizador de Equilibrio 2008  
 \*2 Catalizador de Equilibrio 2011

# Simulación del ECAT – Resultados escalados de PP

CATALIZADOR		E-CAT	Simulado	Delta
<b>OPERATION CONDITIONS</b>				
Carga fresca total	[Mbbbl/day]	20,2	20,2	0,0
Temperatura de Reacción (efectiva)	°F (°C)	985 (529)	985 (529)	0
Temperatura precalentamiento carga	°F (°C)	390 (199)	390 (199)	0
Relación Catalizador/Aceite		7,3	7,2	0,0
Temperatura de lecho Regenerador	°F (°C)	1.340 (727)	1.340 (727)	0
Delta Coque sobre el Catalizador		0,97	0,98	0,00
Carbon del Catalizador Regenerado (CRC)		0,11	0,10	-0,01
Coque	%wt	7,07	7,06	0,00
<b>Rendimientos (%Vol)</b>				
Conversión	[%v]	72,4	71,7	-0,7
C <sub>2</sub> menos (incluye H <sub>2</sub> S)	[%v]	5,63	5,48	-0,15
C <sub>3</sub> - Propano	[%v]	2,6	2,3	-0,4
C <sub>3</sub> - Propileno	[%v]	8,1	8,4	0,3
i-Butano	[%v]	3,0	3,1	0,1
n-Butano	[%v]	1,2	1,0	-0,2
Total C <sub>4</sub> Olefinas	[%v]	7,9	8,5	0,6
GLP Total	[%v]	22,8	23,3	0,5
Gasolina C5-221°C	[%v]	54,6	53,6	-1,0
LCO/LGO	[%v]	16,7	17,2	0,5
HCO/HGO	[%v]	5,2	5,1	-0,1
SO/CLO	[%v]	5,7	6,0	0,3
Slurry	[%v]	10,9	11,1	0,2

# Desactivación CPS vs Desactivación IDM

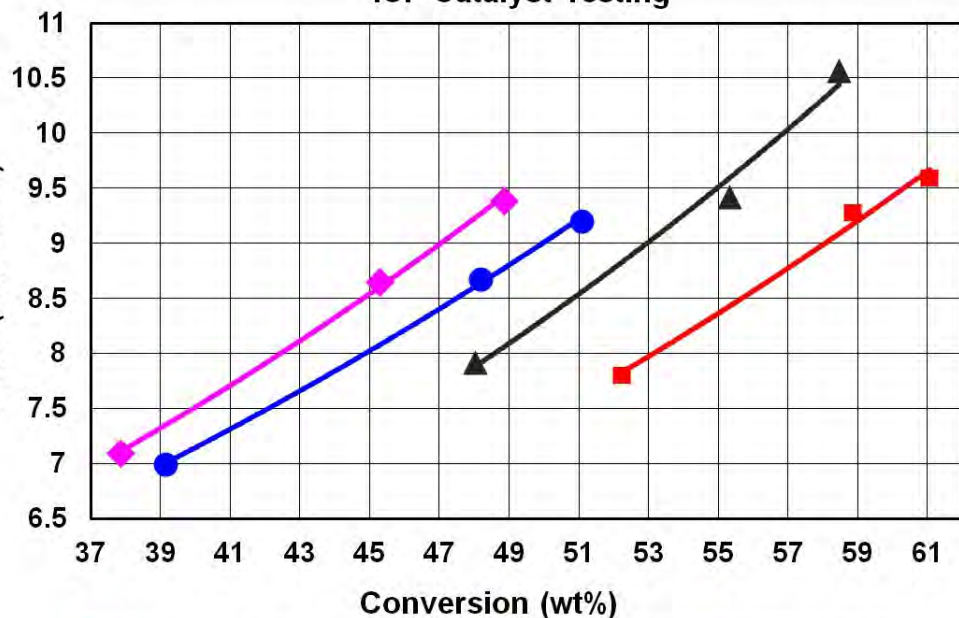


**La metodología IDM permite obtener catalizadores desactivados con:**

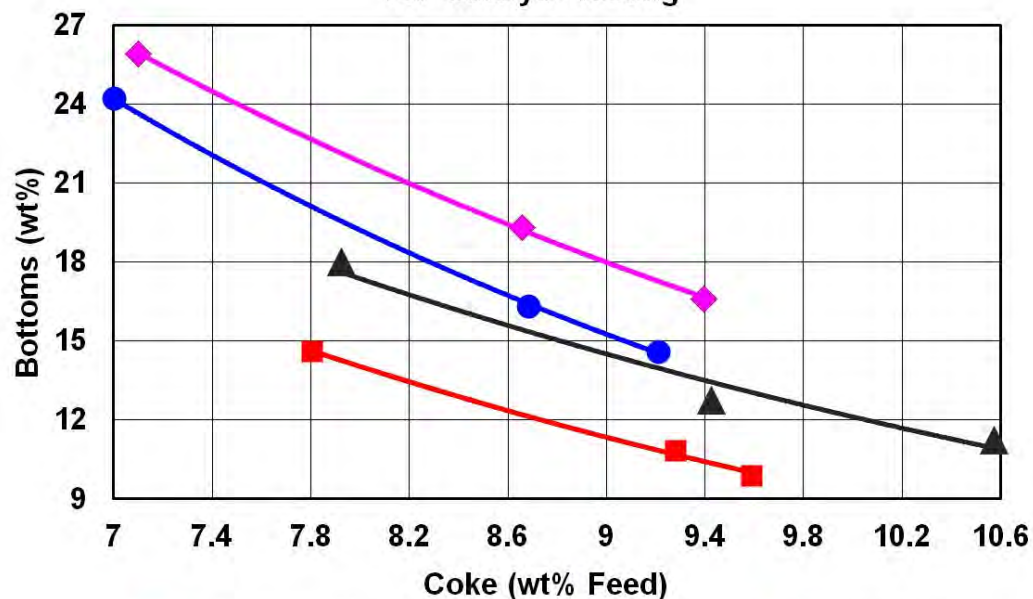
- ❖ **Mayor conversión por mayor retención del área de zeolita**
- ❖ **Mayor selectividad a coque por menor área de matriz.**
- ❖ **Relaciones zeolita/matriz cercana a la realidad industrial.**

# Simulación del ECAT- Efecto Método de Desactivación

ICP Catalyst Testing



ICP Catalyst Testing



■ ICP-4A IDM ▲ ICP-6A IDM ● ICP-4A-CPS ◆ ICP-6A-CPS

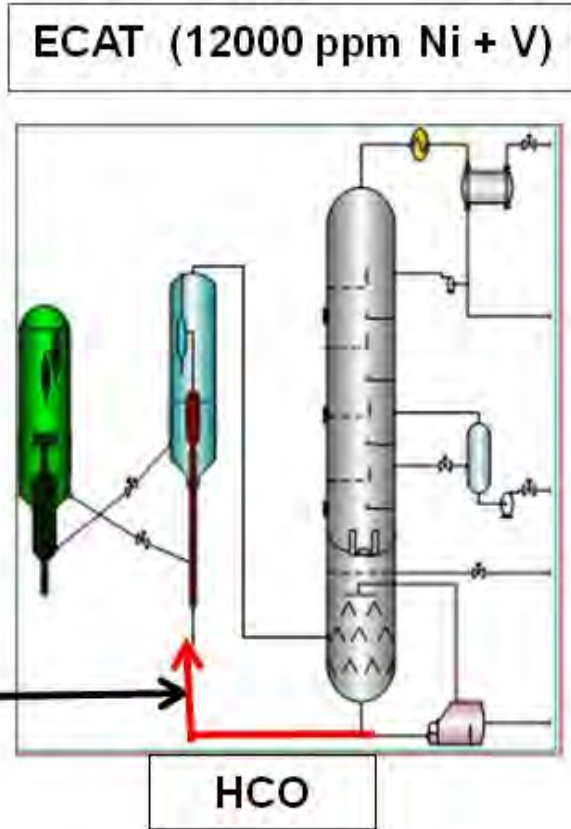
■ ICP-4A IDM ▲ ICP-6A IDM ● ICP-4A-CPS ◆ ICP-6A-CPS

	Cat. 1 - (CPS)	Cat. 1- (IDM)	Cat. 2- (CPS)	Cat. 2-(IDM)
Conversión; %p	50	50	50	50
Relación C/O	7.9	4.6	8.75	5.5
Coque; %p	9.0	7.4	9.7	8.3
Ni, ppm	3669	3896	3558	3363
V, ppm	6190	6500	6300	6400

# Resultados del escalado DCR – Catalizador ICP-4C

BASE %wt	
Gas seco	3.8
LPG	17.2
Propileno	5
Gasolina	43.4
LCO	18.7
Slurry	10.3
Coque	6.6
Conversión	71
I CETANO	24.3
RON	94
MON	81

70% VGO + DMO 30%

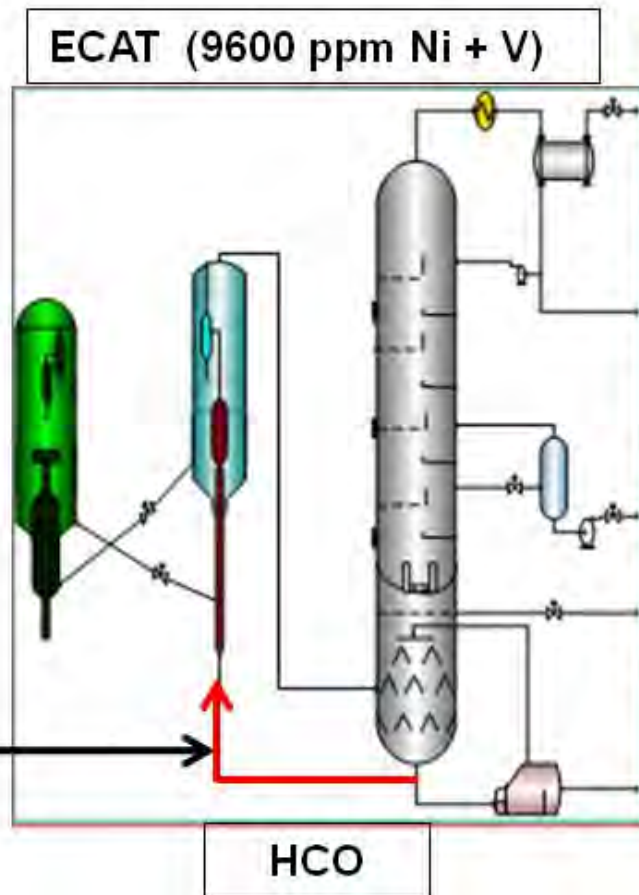


ICP-4C %wt		Delta
Gas seco	4.02	0.22
LPG	15.6	-1.6
Propileno	4.4	-0.6
Gasolina	44.7	1.3
LCO	21.1	2.4
Slurry	7.9	-2.4
Coque	6.7	0.1
Conversión	71	0
I CETANO	28	3.7
RON	92.4	-1.6
MON	80.3	-0.7

Los resultados de la simulación DCR confirman que la formulación del catalizador ICP-4C permite alcanzar los objetivos del proyecto.

# Resultados prueba Industrial 80% ICP-4C en el inventario

BASE %wt	
Gas Seco	5.3
LPG	9.7
Propileno	3.8
Gasolina	37.5
LCO	20.1
Slurry 650+	21.0
Coque	6.4
Conversión	58.9
I CETANO	22.7
RON	93.3
MON	81



ICP-4C %wt		Delta	Expected
Gas Seco	3.6	-1.7	
LPG	11.8	2.1	
Propileno	3.1	-0.7	
Gasolina	38.5	1.0	-2.0
LCO	23.2	3.1	3.0
Slurry 650+	16.2	-4.8	-3.0
Coque	6.7	0.3	
Conversión	60.6	1.7	
I CETANO	25	2.3	4+
RON	93.5	0.2	
MON	81	0	

- ✓ Rendimientos comerciales acordes con los resultados DCR y confirman que el catalizador ICP-4C alcanza los objetivos del JDA.
- ✓ Evaluación económica preliminar mostró un incremento de +0.34 USD/BBL

# Conclusiones

1. La conclusión más importante de este proyecto, es que la alianza estratégica entre ECOPETROL y GRACE, para desarrollar un catalizador, produjo beneficios importantes para las dos empresas, lográndose los objetivos planteados inicialmente para el proyecto y beneficios económicos para la refinería de Barrancabermeja.
2. El Instituto Colombiano del Petróleo – ICP, con el desarrollo de esta proyecto logró afianzar sus tecnologías y conocimientos en el área de desactivación, evaluación y selección de catalizadores de FCC a nivel de laboratorio, PP y planta comercial.
3. La tecnología de trampas de Ni y V de GRACE proporcionan selectividad a coque y gas en catalizadores de residuos y ambiente de alto metales.
4. Este tipo de alianzas estratégicas producen efectos positivos, cuando las dos empresas tienen fortalezas que comparten en beneficio de los objetivos proyecto.





**El Grupo del proyecto de ECOPETROL y GRACE agradecen la oportunidad de esta presentación.**

**y**

**Estamos listos para responder sus preguntas**

