



## PROPUESTA PEMEX EN LA REVISIÓN DE LA NOM-001-SECRE-2003 Calidad del Gas Natural

Diciembre 5 de 2007

### Resumen de compromisos de la revisión anterior

- **Contenido de Etano**  
Se apoyó la propuesta de restringir el contenido de etano en el gas natural a niveles alcanzables, ya que sin inversiones adicionales en PPQ, pone en riesgo la seguridad de las instalaciones, ya que actualmente es su destino natural, ante la falta de consumo de PPQ. Por otra parte, se restringe la disponibilidad de fuentes de suministro de GNL.
- **Índice Wobbe y Poder Calorífico**  
El poder calorífico y el índice Wobbe aplicables para México son en general más restrictivos que en los principales mercados mundiales, destacando que en cuanto al índice Wobbe en México, junto con Canadá tienen la normatividad más restrictiva.
- **Contenido de N<sub>2</sub>**  
Por la distribución del gas en el sistema de gasoductos, Mayakán recibe menos de un 5% mol de Nitrógeno.  
En el área Coatzacoalcos el consumo de gas de ductos (con alto contenido de N<sub>2</sub>) de los sectores diferentes a Pemex es menor al 2% del consumo nacional.  
El grueso de la demanda, ubicada en el norte, centro y Occidente no tienen problemas por nitrógeno.
- **Punto de Rocío**  
Se acordó que la temperatura de rocío de hidrocarburos deberá ser cercana a los 4°C, por estar acorde con las condiciones ambientales y de entrega nacionales.  
En el tema de temperatura de rocío se solicitó tiempo para realizar un estudio técnico económico y definir una temperatura de rocío, o un rango de esta, que sea práctico.

## Contenido de Etano

- Para el contenido de etano se encontró que solo se puede cumplir la reducción del componentes hasta cierto límite por el manejo de gas en ductos del sureste. Este punto fue aceptado por la CRE, al tener también observaciones de parte de importadores vía LNG; las reducciones están condicionadas a inversiones en el sector.

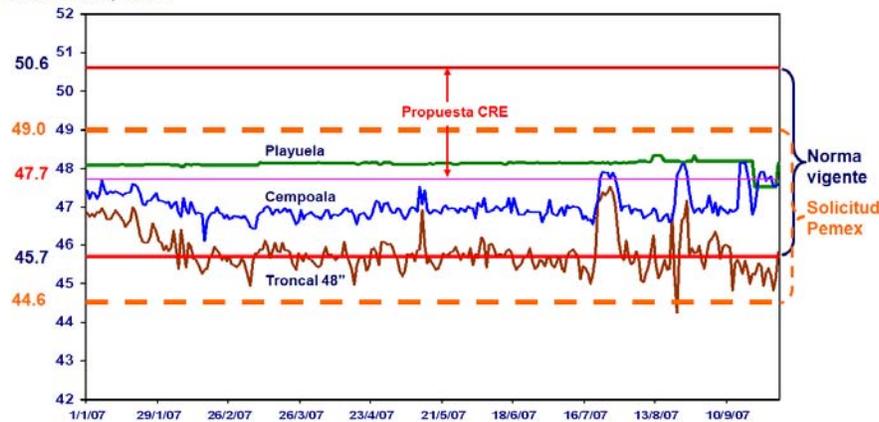
Variable	Actual	Solicitud CRE	Propuesta Pemex	Inversión Requerida, MMUS\$
Etano máximo	No restringido	10% vol	12% máximo 2010	860
Etano máximo		8% vol	10% máximo 2012	3,200
Etano máximo		6% vol		

	% Mol etano en GNL	Limitación de acceso
	14	3
	12	3
	10	8
	8	20
<b>Límite propuesto por la CRE</b>	<b>6</b>	<b>64</b>
	4	88

- El establecimiento del límite de etano propuesto por la CRE bloquearía el acceso de hasta el 60% de las fuentes mundiales del LNG. Para el caso de la costa del Pacífico se tiene un impacto más negativo, ya que el límite propuesto bloquearía el acceso al 71% de las fuentes potenciales de suministro.

## Índice Wobbe

Índice Wobbe, MJ/m<sup>3</sup>



- Los límites propuestos son tan restrictivos, que no se podrían cumplir por el gas que actualmente se envía al Centro – Occidente, manteniéndose siempre fuera de especificación.
- PEMEX propone que el índice wobbe tenga un límite inferior de 44.6 MJ/m<sup>3</sup> y un límite superior de 49.0, con lo cual se reduce la flexibilidad operativa actual en un 10%, pero se lleva a condiciones factibles para el sistema.

## Poder calorífico

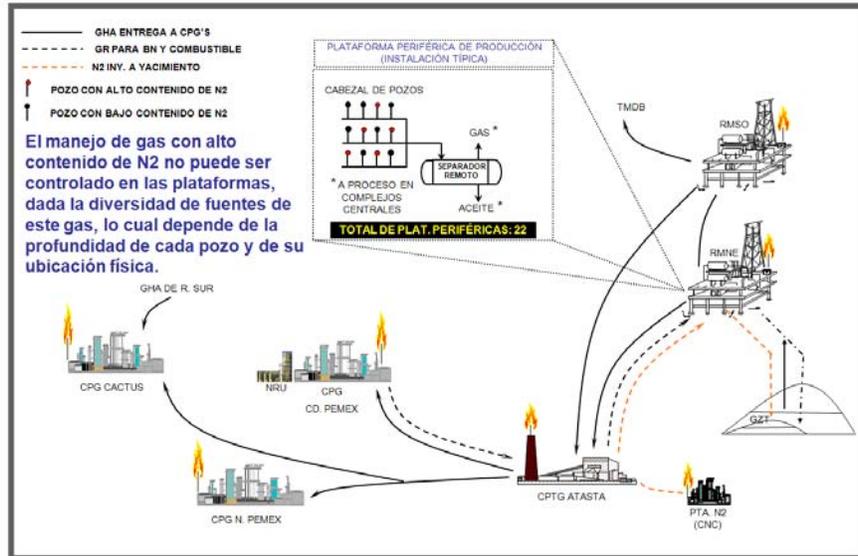
- Pemex considera que el poder calorífico aplicable para México es en general más restrictivo que en los principales mercados mundiales, destacando que en cuanto al índice Wobbe, junto con Canadá, se tiene la normatividad más restrictiva.
- En este parámetro se solicita mantener el límite inferior actual y disminuir el superior, para ser congruente con las modificaciones propuestas al índice Wobbe, que son en general más restrictivas que el poder calorífico

### Comparación de poder calorífico aplicable en México y otras regiones, BTU/ft<sup>3</sup>

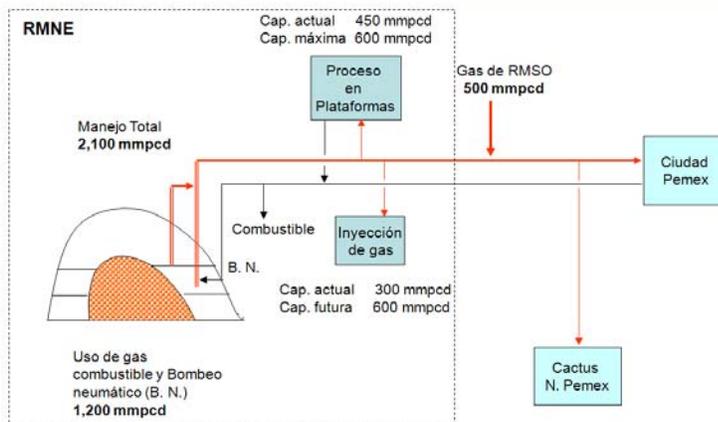
País	México		USA		Canadá		Europa		Inglaterra	
	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Poder calorífico	950	1,114	930	1,201	966	1,080	939	1,213		
Poder calorífico, CRE	950	1,068								
Poder calorífico, Pemex	950	1,090								

## Propuesta sobre el contenido de Nitrógeno

## Contenido de Nitrógeno Manejo de gas en plataformas



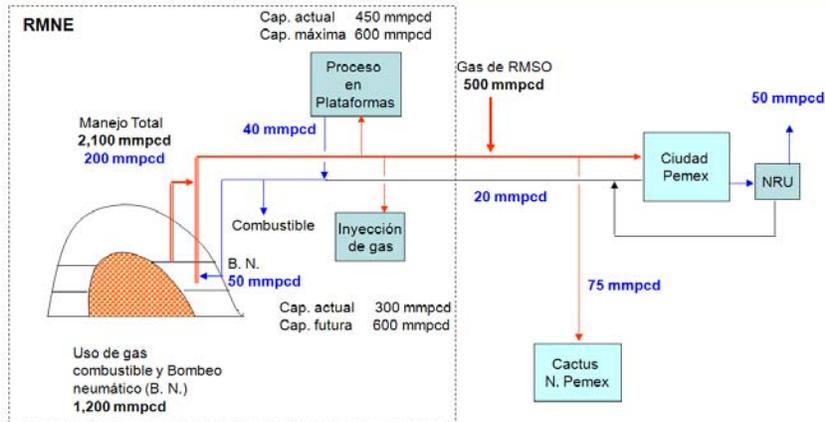
## Contenido de Nitrógeno Manejo de gas marino



- Actualmente alrededor del 30% del gas manejado en la RMNE se utiliza en plataformas para producir gas seco para bombeo neumático y gas combustible, así como para reinyectarlo al yacimiento.
- Este porcentaje será cercano al 50% en el 2010, cuando se tenga mayor capacidad de reinyección y disminuya el manejo de gas de la RMNE.

## Contenido de Nitrógeno

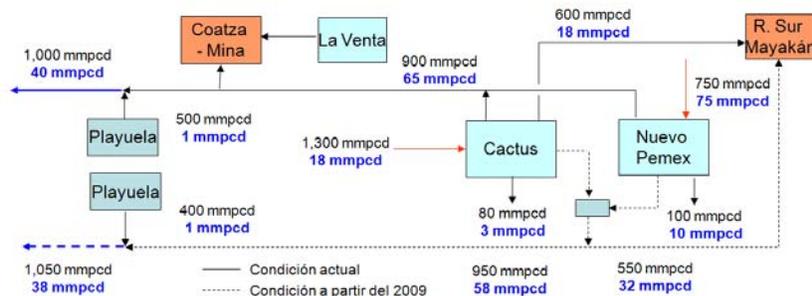
### Manejo máximo de N<sub>2</sub> en el gas marino



- Es precisamente por la capacidad de manejo en plataformas, por la distribución de gas a plantas y por la capacidad de retro de N<sub>2</sub> en PGPB, que no se puede erradicar por completo el mismo de las corrientes de gas seco.
- Aproximadamente el 40% del total de N<sub>2</sub> manejado en las RMNE será enviado a plantas de PGPB en Nuevo Pemex y este a su vez será manejado en el gas seco.

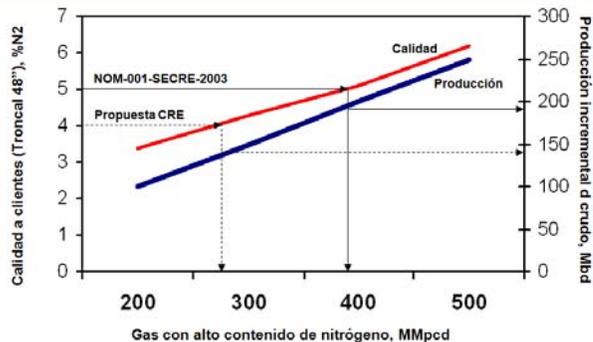
## Contenido de Nitrógeno

### Manejo de N<sub>2</sub> en las corrientes de gas seco



- Actualmente el Gas con N<sub>2</sub> que se envía Nuevo Pemex es canalizado al troncal y el gas de bajo N<sub>2</sub> se canaliza al área de Villahermosa y Mayakán, lo anterior por limitaciones operativas.
- El gas seco se mezcla con gas de muy bajo contenido de N<sub>2</sub> en el área de Veracruz y llega al centro - occidente por debajo del 4% solicitado.
- La condición actual en el sureste se mantendrá hasta no contar con una instalación de regulación y medición que ductos PGPB tiene programada iniciar en el 2009, con la que el gas manejado en el sureste será homogéneo y oscilará entre 6 y 7% mol de N<sub>2</sub>.
- Los clientes involucrados para esta concentración son en su gran mayoría de Pemex, con la excepción del gas a Mayakán y algunos consumos en el área de Coatzacoalcos.
- El gas a centro occidente se mantendrá en el 4% como máximo

## Impactos en la producción de crudo



- Reducir a 4% el límite máximo en el contenido de nitrógeno en la NOM-001-SECRE, representará una reducción en la disponibilidad de crudo a exportación alrededor de 50 Mbd.
- Esto representa, a los precios actuales, del orden de 1,300 MMUSD al año, por restricciones normativas.
- El otorgar la dispensa temporal en la región sureste de mantener un 7% como máximo, significa un monto similar por mantenimiento de producción de crudo.

## Propuesta Pemex

- Ante la exigencia del estado de mantener la producción, que implica producir de todos los pozos con potencial de producción de crudo, no se tienen expectativas en corto plazo de que disminuya el N<sub>2</sub> en el gas amargo marino.
- Se analizaron las implicaciones de operar al 5 y al 7% de N<sub>2</sub> en el gas combustible para la modificación de la norma del 2003 y se encontró que estas son mínimas al operar con 7%, limitándose a mayor necesidad de compresión del orden del 2%.
- Se tienen diversas inversiones en PGPB y PEP que tienden a disminuir u homogenizar la concentración de N<sub>2</sub> en el sistema; entre las que se encuentran la operación de la NRU y la integración de corrientes en ductos.
- Se propone mantener un 4% de N<sub>2</sub> en el centro – occidente y norte del país, permitiendo un 7% en el sureste, desde Campeche hasta Playuela.
- Al mantener un 4% en el centro occidente y norte, con un consumo superior a los 4 Bcf's y mantener un 7% en el sureste con un consumo menor a 1 BCF, de los cuales más del 70% es de Pemex; la implicación a clientes es muy baja.
- El contenido de N<sub>2</sub> del sureste podría bajar al 5%, dependiendo de los escenarios multi-anales que están siendo analizados entre PEP – PGPB y DCO, esta disminución se podría dar a partir del año 2013.

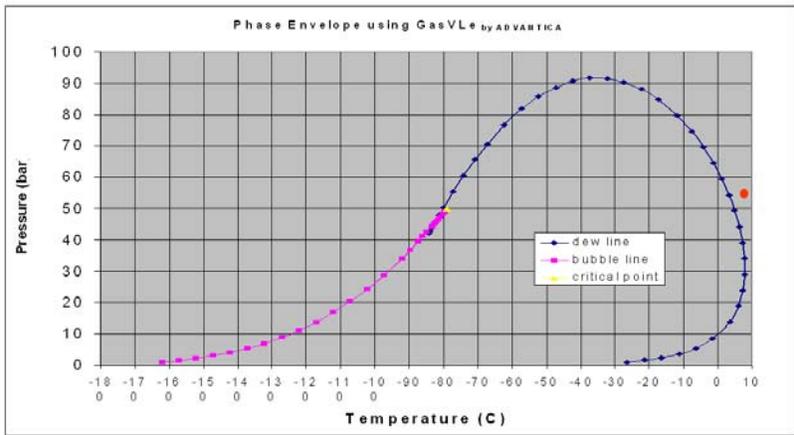
## Propuesta sobre el punto de rocío

### Propuesta para método de análisis extendidos a C8

Número de Registro:	CR-138	Método			
Muestra:					
NOMBRE DEL COMPUESTO	% MOL	% MOL	Conversión	Barriles	
N2	3.5000	3.5000			
CO2	0.0000	0.0000			
METANO	91.0952	91.0952			
ETANO	5.0294	5.0294			
PROPANO	0.2079	0.2079	0.00153	1.363	
ISOBUTANO	0.0187	0.0187	0.00128	0.146	
BUTANO NORMAL	0.0104	0.0104	0.00133	0.078	
ISOPENTANO	0.0063	0.0063	0.00115	0.072	
PENTANO NORMAL	0.0026	0.0026	0.00116	0.022	
CICLOPENTANO	0.0005	0.0005	0.00116	0.004	
2,3-DIMETILBUTANO	0.0004	0.0004	0.00102	0.003	
2,4-METILPENTANO	0.0015	0.0015	0.00102	0.014	
3,4-METILPENTANO	0.0009	0.0009	0.00102	0.009	
HEXANO NORMAL	0.0008	0.0008	0.00102	0.008	
METILCICLOPENTANO	0.0042	0.0042	0.00091	0.047	
C-13-DIMETILCICLOPENTANO	0.0027		0.00091	0.000	
1-13-DIMETILCICLOPENTANO	0.0038		0.00091	0.000	
1-12-DIMETILCICLOPENTANO	0.0094		0.00091	0.000	
HEPTANO NORMAL	0.0005	0.0289	0.00091	0.318	
METILCICLOHEXANO	0.0025		0.00091	0.000	
2,2-DIMETILHEXANO	0.0034		0.00082	0.000	
1-C-12,4-TRIMETILCICLOPENTANO	0.0030		0.00082	0.000	
1-C-12,3-TRIMETILCICLOPENTANO	0.0036		0.00082	0.000	
OCTANO NORMAL	0.0000	0.0103	0.00082	0.126	
3,3-DIMETILHEPTANO	0.0103		0.00075	0.000	
NONANO NORMAL	0.0000		0.00075	0.000	
	100.0000	100.000	0.022	2.210	

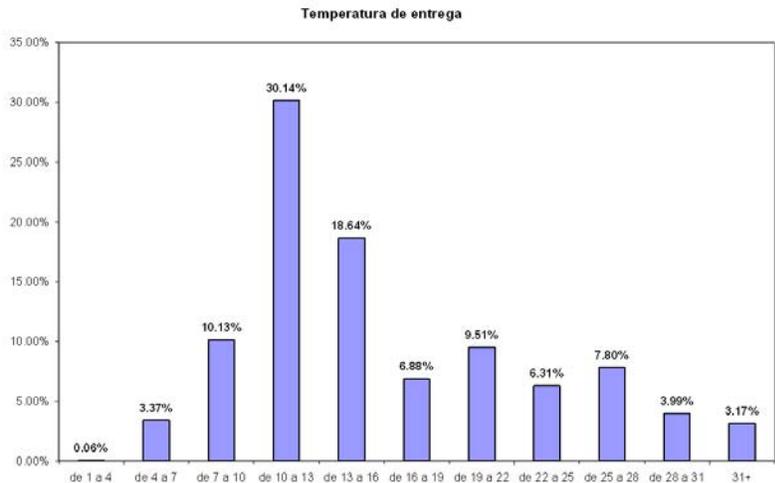
- El método consiste en:
  - Realizar cromatografías hasta componentes C9s.
  - Agrupar los componentes C7's como nC7 y los componentes C8s y C9s como nC8
  - Introducir esta composición a un simulador utilizando la ecuación de estado de Peng Robinson.
  - Con esta ecuación y esta metodología se han obtenido diferencias entre 1 y 3°C respecto a las mediciones físicas del punto de rocío.
  - Este método es el aceptado por algunos importadores y PGPB para el cálculo de las temperaturas de rocío.
  - La aplicación de este método implica cambio de cromatógrafos en Ductos y clientes de PGPB.

## Aplicación del método



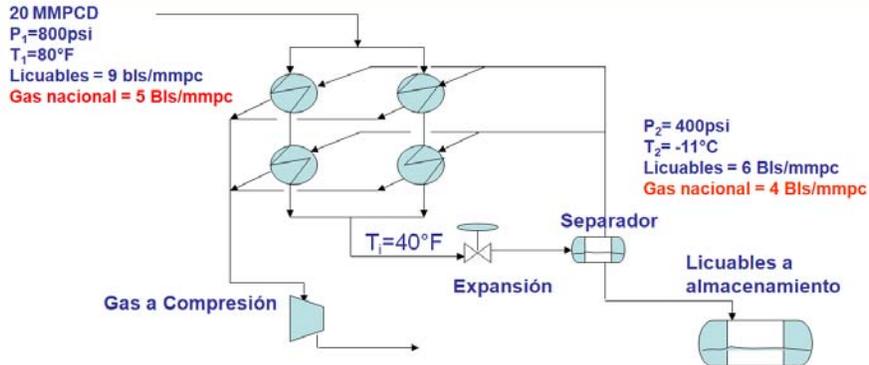
- Pemex posee hasta la fecha más de 200 mediciones físicas de puntos de rocío en diferentes puntos del sistema y más de 250 cromatografías extendidas realizadas por el IMP y otros laboratorios americanos como Fesco.
- Entre todas las cromatografías extendidas y su correspondiente medición física este método es el que se ha encontrado como el más apropiado

## Temperaturas de entrega a clientes



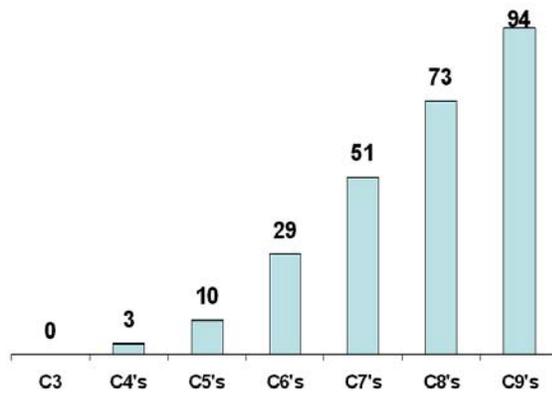
- El análisis estadístico incluyó a los 10 sectores de ductos más representativos del consumo nacional con las mediciones en promedio diario del año 2006.
- En total fueron 3,563 mediciones para el análisis que muestra que a 4°C se cubre al 99.9% de las entregas a clientes.

## Proceso de Control de Punto de rocío



- Este es un proceso usado de manera común en los EUA, en el que parte de un contenido de licuables cercano a los 9 bls/mmcp y lo disminuyen hasta 6, recuperando los componentes pesados condensables.
- Este proceso en los EUA es redituable, al recuperar del orden de 3 bls/mmcp, lo cual paga la inversión y la re-compresión.
- En México este proceso tendría el inconveniente de que en los puntos de entrega se tienen menos de 7 bls/mmcp y la recuperación sería del orden de 1 a 1.5 bls/mmcp, lo cual lo hace **no rentable**.

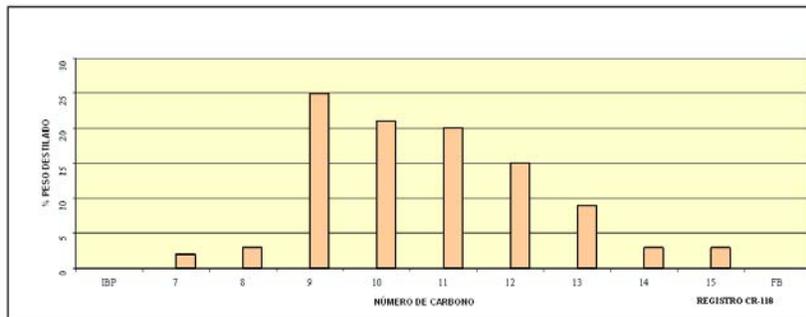
## Recuperaciones con control de punto de rocío



- Este proceso es simple y tiene una recuperación suficiente de los componentes que generan el problema que son los licuables C6+ presentes en el gas natural.
- Los componentes C9+ presentan una recuperación superior al 90%.
- El gas resultante de la mezcla a ductos tendría una temperatura de rocío de hidrocarburos de  $+4^\circ\text{C}$ .



## Control del punto de rocío

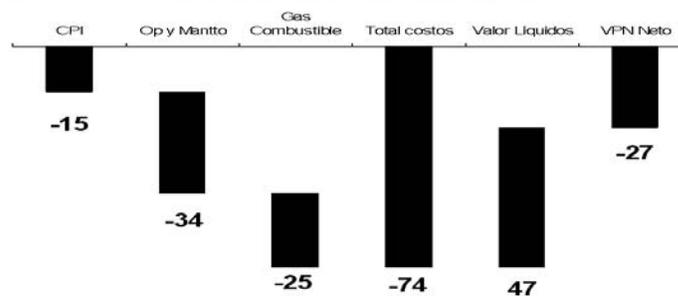


- Los líquidos encontrados en clientes son en su mayoría componentes C7's a C14's, que pueden estar presentes en el gas en cantidades bajas de PPM.
- Sin embargo la mayoría de estos componentes condensan a temperaturas bajas en corrientes de gas natural.
- Este comportamiento no indica que existan una gran cantidad de componentes C9's a C12's, sino que los que existen se convierten en líquido, no así los componentes más ligeros o lo hacen en menor proporción.



## Control del punto de rocío

- Se han analizado varias opciones para mantener el punto de rocío del gas seco en niveles adecuados, siendo la más usual y probada el uso de "Control de Punto de Rocío" (DPH por sus siglas en inglés).
- Este tipo de proceso disminuye la presión y con integración de energía se logra un control de temperatura de rocío conforme al valor que se desee.
- La producción de líquidos esperada es baja y no permite la recuperación de los costos de operación e inversión, esto al trabajar con gases de calidad menor a 7 bl/mmpc.
- Se realizaron visitas a instalaciones con control del punto de rocío, sin embargo no se tiene certeza en los estimados de costos de inversión y operación, considerándose que son estimados clase V (+50 - 30%).
- Para el estudio de la MIR, consideramos prudente hacer estimados de inversión y de costos de operación más cercanos a la realidad.
- Un estimado inicial para controlar el punto de rocío de los cuatro principales puntos de entrega de gas seco de campos de PEP para los siguientes años. Iniciando el segundo semestre del 2009 es el siguiente:



---

## Conclusiones sobre el punto de rocío

---

- Los métodos de determinación de esta variable ya han sido explicados y el más práctico es el de cromatografías extendidas a C9's, con envoltentes de fases utilizando la Ec. de estado de Peng Robinson.
  - Las diferencias entre el método termodinámico y el método físico, así como la incertidumbre de la cromatografía a partir de componentes C6+, hacen necesario un rango de valores, más que en un valor absoluto.
  - Se propone que este rango oscile entre 2 y 6°C ( $4 \pm 2^\circ\text{C}$ ) positivos, a las condiciones de entrega a clientes.
  - Para implementar este control, se solicita que se ratifique la decisión de este foro, como antecedente para lograr la aprobación de SHCP de implementar un proyecto que no presenta VPN positivo.
  - El tiempo necesario para realizar las gestiones, ingenierías, construcción y puesta en marcha es de al menos 18 meses a partir de la autorización de hacienda, por lo que se tiene como escenario optimista iniciar el control de esta variable en el segundo semestre del 2009.
  - Se aplicaría el equipo de DPC en los cuatro puntos de entrega de PEP de mayor volumen e incidencia sobre los clientes, que son: Playuela, El Veinte, Papán y Culebra Norte.
  - Esto no excluye la posibilidad de integrar nuevos puntos en el futuro conforme se desarrollen proyectos nuevos, conforme a las carteras de proyectos y las calidades de gas que resulten de los mismos.
-