

## **UCARSOL® AP-800 PERFORMANCE SOLVENTS**

Presentado por:  
**Lupe Zamorano**  
**Gas Conditioning Specialist**

**The Dow Chemical Company**  
**Specialty Alkanolamines Group**  
**Freeport, Texas U.S.A.**



Presentado en:  
Primeras Jornadas Sobre Operación y Mantenimiento de Plantas de Aminas  
Octubre 31, 2002

®Marca Registrada de The Dow Chemical Company

## **Resumen:**

"La remoción de dióxido de carbono del gas natural y del gas de síntesis mediante aminas ha sido siempre una aplicación de difícil tratamiento a causa del bajo contenido de CO<sub>2</sub> especificado por la mayoría de los procesadores de gas y los problemas inherentes de corrosividad a los equipos de proceso. Dow Chemical ha lanzado una novedosa línea de solventes (UCARSOL® AP-800) para solucionar estos problemas. El solvente patentado AP-814 ha tratado un gas de alimentación con alto contenido de CO<sub>2</sub> reduciéndolo a menos de 10 ppm (partes por millón). Los usuarios de este solvente se han beneficiado además con un menor consumo de energía y mayor capacidad de procesamiento comparado con la tecnología de aminas preexistente. La corrosión en los equipos ha sido despreciable aún después de cuatro años de operación. Se presentarán casos reales y una lista de referencias para ilustrar el éxito de esta nueva línea y las ventajas económicas conseguidas por los usuarios."

## Introducción:

Dow ha introducido la línea de productos Ucarsol® AP-800 como la nueva generación de solventes para la remoción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Las aplicaciones de remoción de CO<sub>2</sub> que aplican incluyen Plantas de Gas Natural, Planta de Gas Líquido, Plantas de Amoníaco, y Plantas Criogénicas. Los productos Ucarsol® AP-800 son lo mas avanzado en la remoción de CO<sub>2</sub> superando otros solventes competitivos en el mercado.

La familia de productos Ucarsol® AP-800 incluye:

| Producto | Especificaciones Típicas de CO <sub>2</sub> del Gas Tratado |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| • AP-802 | • - 5 % +                                                   |
| • AP-804 | • 2 a 5 %                                                   |
| • AP-806 | • 0.5 a 2 %                                                 |
| • AP-810 | • 100 ppm a 0.5 %                                           |
| • AP-814 | • < 10 ppm                                                  |

La selección de solvente AP-800 depende de la presión parcial del CO<sub>2</sub> en el gas de entrada y las especificaciones del CO<sub>2</sub> en el gas tratado.

Aplicaciones Típicas:

- El AP-802 se puede utilizar en procesos con regeneración flash “sin torre regeneradora” con uno o dos pasos de regeneración.
- El AP-804 y el AP-806 se pueden ser utilizados en aplicaciones que requieren mantener una especificación de cañería de 2% CO<sub>2</sub> o menos.
- El AP-810 se puede ser utilizado en aplicaciones donde se requiere bajas especificaciones de CO<sub>2</sub>, normalmente menos de 500 ppm.
- El AP-814 se utiliza en aplicaciones donde se requiere remoción completa de CO<sub>2</sub>, normalmente menos de 10 ppm de CO<sub>2</sub> o niveles criogénicos.
- El AP-800 LF se utiliza como solvente de reemplazo o en conversiones en línea para incrementar el nivel de los aditivos requeridos.

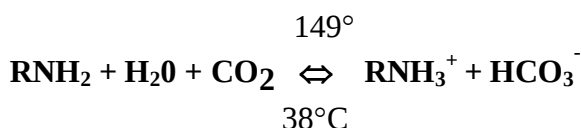
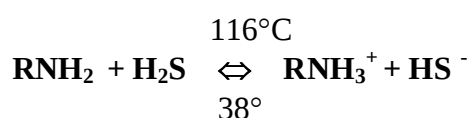
## Desarrollo del Sistema de Alcanolaminas:

Las alcanolaminas han sido utilizadas para la remoción de gases ácidos por más de 60 años. Hasta la fecha son consideradas como el método mas efectivo para la remoción de gases ácidos. La historias de las aminas “evoluciona” de monoetanolamina (MEA), a dietanolamina (DEA), a metildietanolamina (MDEA), y hoy a solventes formulados con base de MDEA. Con la meta de mejorar los solventes formulados, fue desarrollada la línea de Ucarsol® AP-800. Estos productos ofrecen niveles más bajos corrosión, menos capital requerido para plantas nuevas, menos energía requerida, y más flexibilidad en la remoción de gases ácidos en el mercado. The Dow Chemical Co. ha tenido gran éxito en la introducción de Ucarsol® AP-800. En un periodo de cinco años, Dow ha diseñado y asistido en la puesta en marcha de más de 40 plantas en los

Estados Unidos y el mundo. Fue durante este tiempo que Dow desarrolló la experiencia para diseñar los procesos y formar los procedimientos de operación de los productos Ucarsol® AP-800.

Hay muchos procesos para la remoción de gases ácidos con sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y dióxido de carbono. La purificación de volúmenes grandes de gas ácido requiere un proceso que sea eficiente y mantenga costos bajos. Para que un proceso sea eficiente, tiene que ser regenerable, simple, y con pocos problemas. El proceso de alcanolaminas está al frente de procesos con el mejor acercamiento a un proceso ideal para el endulzamiento de cantidades grandes de gases ácidos.

El proceso de alcanolaminas está basado en la reacción de una base débil (amina) con un ácido débil (H<sub>2</sub>S y/o CO<sub>2</sub>) para formar una sal soluble. Las siguientes reacciones químicas representan el ciclo de absorción y desorción.



Estas reacciones son reversibles y regulando la temperatura y presión cambia el equilibrio. La presión parcial de los gases ácidos, química del solvente, nivel de contaminantes, y varios otros factores menores influyen el nivel de equilibrio de absorción. La temperatura de contacto normalmente es de 26 °C a 43 °C para un sistema de H<sub>2</sub>S y presiones con rangos arriba de 70 kg/cm<sup>2</sup>. Temperaturas altas del gas de entrada se pueden operar en sistemas con CO<sub>2</sub> solamente.

### **Ventajas de Sistemas de Alcanolaminas:**

Los diseños predominantes hoy son de solventes formulados con base de MDEA. MDEA tiene la ventaja de ser más selectiva hacia el H<sub>2</sub>S que el CO<sub>2</sub> y se utiliza muy frecuente en plantas selectivas hacia HS para producir un flujo mas concentrado de H<sub>2</sub>S antes de un sistema Claus. El MDEA es más estable contra la degradación de CO<sub>2</sub> que productos anteriores como MEA, DEA, diglicol amina (DGA), y otros sistemas que requerían unidades de reclamación. MDEA tiene niveles mas bajos de corrosión y permite concentraciones hasta 55 % en peso.

### **Desarrollo de los solventes Ucarsol® AP-800:**

El desarrollo de los solventes tomó varios años e innumerables estudios para completarse. Los pasos iniciales incluyeron el uso de la planta de piloto de Dow. Varios activadores fueron muestreados a diferentes niveles. Las concentraciones y cargas ácidas fueron variadas también. Después, la compatibilidad del solvente fue completada. El siguiente paso fue desarrollar la capacidad en el simulador con validación en la planta piloto de Dow y las plantas de varios clientes.

## Demostración de Capacidades:

Dow demostró que estos productos funcionan y superan los productos de sus competidores. Hasta la fecha hay más de 44 unidades operando con solventes Ucarsol® AP-800. 24 son plantas nuevas o conversiones completas y 20 son conversiones en línea por reemplazo normal de productos Ucarsol®. Dow mantiene una posición fuerte de referencias. Adicionalmente, Dow tiene patente sobre el producto Ucarsol® AP-814. Con estos productos y la asesoría y servicios técnicos, Dow ofrece beneficios valiosos. Para asegurar que estos beneficios sean obtenidos, un representante de Dow provee apoyo técnico y verifica que el solvente sea mantenido apropiadamente.

## Beneficios y Valor para el Cliente Usando el Ucarsol® AP-800:

Utilizar el Ucarsol® AP-800 ofrece al cliente la oportunidad de tomar ventaja de más capacidad, más tiempo en línea, ahorros energéticos, disminución de pérdidas de amina, y un solvente más estable. Dow se ha dado cuenta que los solventes Ucarsol® AP-800 son más fáciles de regenerar y pueden cargar niveles más altos de gas ácido que productos competitivos. Adicionalmente, el nivel menor de productos de degradación por reacción con CO<sub>2</sub> fue medido y esto indica un nivel mas bajo de corrosión.

### Caso 1

El primer caso histórico es de una planta de remoción de CO<sub>2</sub> que procesa 4.3 MM MCSO (diseño) a 38 °C, 70 kg/cm<sup>2</sup>, y 8% de CO<sub>2</sub>. Esta planta utiliza un proceso tradicional de una torre absorbidora con 20 platos, una torre regeneradora con 20 platos, y amina pobre a 43 °C. La planta fue convertida de DEA a Ucarsol® AP-814. La siguiente tabla indica los resultados:

UCARSOL® AP-814 contra DEA

|                                          | 33% DEA | 45 % AP-814 |
|------------------------------------------|---------|-------------|
| Capacidad MM MCPD                        | 3.86    | 4.76        |
| Flujo de Circulación,<br>Litros/Minuto   | 3600    | 3830        |
| Carga de CO <sub>2</sub> (mol/mol):      |         |             |
| Amina Pobre                              | 0.06    | 0.03        |
| Amina Rica                               | 0.49    | 0.46        |
| Carga Energética, MM BTU/HR              | 50      | 50          |
| Gas Tratado:                             |         |             |
| Gas de Salida de la Torre<br>Absorbidora | 2%      | 100ppm      |
| Gas de Venta con el Gas de<br>Bypass     | 3%      | 3%          |

Una comparación económica del Ucarsol® AP-814 contra la DEA demuestra un incremento de capacidad de 32 MMSCFD y reducción de perdidas de amina con una suma de ahorros arriba de \$33.6 millones de dólares por año sobre la base de un precio de \$3 / MSCF gas natural.

## Caso 2

El segundo caso es de una planta de remoción de CO<sub>2</sub> que procesa 0.71 MM MCSO (diseño) a 15.5 °C, 30 kg/cm<sup>2</sup>, y 9% de CO<sub>2</sub>. Esta planta fue convertida del solvente formulado de un competidor. Esta planta tiene una torre absorbadora con 20 platos, una torre regeneradora con 20 platos, y amina pobre a 37.8 °C. El siguiente tablero indica los resultados:

UCARSOL® AP-814 vs. DEA

|                                        | 45 %       | 45 % AP-814 |
|----------------------------------------|------------|-------------|
| Capacidad MM MCPD                      | 0.71       | 0.71        |
| Flujo de Circulación,<br>Litros/Minuto | 795        | 795         |
| CO <sub>2</sub> % del Gas de Entrada   | 2.5        | 2.5         |
| CO <sub>2</sub> , ppmv del Gas Tratado | 50         | 5           |
| <b>Carga Energética, MM BTU/HR</b>     | <b>9.2</b> | <b>7.5</b>  |

La comparación de Ucarsol® AP-814 contra solventes formulados competitivos claramente ha mostrado un significativo ahorro de consumo de energía de 18,5% a favor de Ucarsol® AP-814. Además, se comprobaron reducciones en las pérdidas de solvente.

## Conclusión:

**El desarrollo, despacho, y aplicación de los solventes UCARSOL® AP-810 ha sido de alto éxito desde del principio. Dow ha desarrollado una fuerte lista de referencias para tener la mejor posición en el mercado. Los clientes de Dow han obtenido altos beneficios por el uso de los solventes Ucarsol® AP-800. The Dow Chemical Co. sigue en el frente de los avances en tecnologías para el tratamiento de gas.**

## Referencias:

### UCARSOL® AP-800 Referencias – Unidades Nuevas o Conversiones Completas

| Locación       | Fecha de Start-up | Producto | Condiciones Gas de Alimentación |                             |                         | Gas CO <sub>2</sub> tratado |            |
|----------------|-------------------|----------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
|                |                   |          | Flujo de Gas                    | Presión                     | Temperatura             | Ingreso CO <sub>2</sub> %   |            |
| Canadá         | 3/99              | AP-814   | 3.9 MMSCFD                      | 151 psig                    | 100 °F                  | 15.4%                       | <50 ppm    |
| SE Asia        | 6/99              | AP-810   | 4720 NM3 HR                     | 1790 kPA                    | 45 °C                   | 20%                         | <100 ppm   |
| SE Asia        | 6/99              | AP-810   | 5000 NM2 HR                     | 1790 kPA                    | 15 °C                   | 20%                         | <2 ppm     |
| SE Asia        | 10/99             | AP-810   | 2.7 MMSCFD                      | 303 psig                    | 100 °F                  | 21.5%                       | N/A        |
| Texas, USA     | 12/99             | AP-814   | 63.4 MMSCFD                     | 390 psig                    | 100 °F                  | 2.7-3.2%                    | <50 ppm    |
| Louisiana, USA | 12/99             | AP-814   | 15.7 MMSCFD                     | 378 psig                    | 84 °F                   | 14.4%                       | <100 ppm   |
| Texas, USA     | 2/00              | AP-814   | 31 MMSCFD                       | 315 psig                    | 91 °F                   | 12%                         | <20 ppm    |
| Louisiana, USA | 2/00              | AP-814   | 6 MMSCFD                        | 385 psig                    | 84 °F                   | 14.4%                       | <100 ppm   |
| Louisiana, USA | 3/00              | AP-814   | 15-20 MMSCFD                    | 420 psig                    | 90 °F                   | 6%                          | <100 ppm   |
| SE USA         | 5/00              | AP-814   | 3.5 MMSCFD                      | 130 psig                    | 95 °F                   | 18%                         | <200 ppm   |
| SE USA         | 6/00              | AP-814   | 3.5 MMSCFD                      | 130 psig                    | 95 °F                   | 18%                         | <200 ppm   |
| Japón          | 6/00              | AP-810   | 5500 NM3 HR                     | 7 kg/cm <sup>2</sup> g      | 45 °C                   | 23%                         | <20 ppm    |
| Louisiana, USA | 10/00             | AP-814   | 125 MMSCFD                      | 1000 psig                   | 95 °F                   | 8%                          | <500 ppm   |
| Western USA    | 11/00             | AP-814   | 40 MMSCFD                       | 700 psig                    | 100 °F                  | 4%                          | 10 ppm     |
| Japón          | 5/01              | AP-810   | 13,300 NM3 HR                   | 27 k/G<br>3.0 k/G<br>16 k/G | 60 °C<br>28 °C<br>35 °C | H <sub>2</sub> S y COS Trim | COS:Trazas |
| SE USA         | 8/01              | AP-814   | 8 MMSCFD                        | 184 psig                    | 150 °F                  | 18.9%                       | <500 ppm   |
| Western USA    | 8/01              | AP-814   | 30 MMSCFD                       | 700 psig                    | 100 °F                  | 3.2%                        | 50 ppm     |
| Texas, USA     | 8/01              | AP-814   | 6 MMSCFD                        | 250 psig                    | 100 °F                  | 22%                         | <100 ppm   |
| Texas, USA     | 10/01             | AP-810   | 150 MMSCFD                      | 800 psig                    | 95 °F                   | 1.1%                        | 10 ppm     |
| Texas, USA     | 11/01             | AP-810   | 6 MMSCFD                        | 250 psig                    | 100 °F                  | 22%                         | <100 ppm   |

### **Curriculum Vitae:**

Lupe Zamorano es Ingeniero Químico recibido en The University of Texas in Austin. Su experiencia incluye trabajo en producción de petróleo y gas en las plataformas de British Petroleum en el Golfo de México así como trabajo en Anchorage y Prudhoe Bay (Alaska) en producción de gas y petróleo. Lleva 6 años con The Dow Chemical Co. Los primeros dos años con Dow fueron en producción de polietileno de baja densidad. Los siguientes cuatro han sido como representante de servicio técnico para el tratamiento de gas en Latinoamérica. Sigue trabajando en servicio técnico, ventas, y desarrollo en el área de tratamiento de gas.

### **BIBLIOGRAFIA:**

1. Gas Conditioning Fact Book, The Dow Chemical Company, 1957, 1962 pp. 145-228.
2. Gas Production Operators' Course Manual, **Petroleum Industry Training Service** May 1995. <http://www.pits.ca>