



INTERVENCIÓN E INSPECCIÓN DE TORRE DESPOJADORA DE CO₂ (STRIPPING) EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AMINAS

**Ricardo Álvarez
Raúl Cardarilli
Luis Otalora
Javier Clavé
Gustavo Casas
Operadores de Planta
HANOVER ARGENTINA
Area Operativa Comodoro Rivadavia**

Características Generales de la Planta de Tratamiento de Gas El Tordillo:

La planta está ubicada en el yacimiento El Tordillo, Provincia de Chubut.

La planta es propiedad de Hanover Argentina y tiene un contrato con la empresa Tecpetrol por el servicio de Provisión, Operación y Mantenimiento de las instalaciones.

La planta está compuesta por un módulo de aminas y un segundo módulo de dew-point.

Las características de procesamiento son las siguientes:

Características de Entrada

- Caudal de procesamiento: 600.000 SM³/Día
- Presión de Operación: 70 Barg [7 Mpa]
- Temperaturas de Entrada: 30-50 °C
- Tipo de Gas: Gas Natural saturado en agua con 10% CO₂ y 20 ppm SH₂

Características de Proceso:

- Caudal Nominal de Amina: 450 GPM [1700 Lts/min]
- Tipo de amina utilizada: MDEA-DEA 80-20 con una concentración de 30 %

Características de Salida:

- Contenido de SH₂ Máximo: 2ppm
- Contenido de CO₂ Máximo: 2 %
- Punto de Rocío de agua: -10°C @ 55 Barg [5,5 Mpa]
- Contenido de Agua: 65 mg / SM³

Introducción:

El objeto de este trabajo es describir la *planificación, organización y desarrollo* de las actividades realizadas a los efectos de ingresar a la torre despojadora de CO₂ para realizar diversas tareas.

Si bien las tareas que se desarrollaron durante la intervención, inspección y reparación de la torre despojadora de CO₂ no son el objeto de este trabajo, se detallarán a continuación al solo efecto de describir el marco de las actividades.

- Extracción de internos instalados.
- Inspección general de la torre despojadora.
- Montaje de internos nuevos.
- Realización de modificaciones y mejoras.

Las características técnicas de la torre despojadora son las siguientes:

- Dimensiones: 66" ID x 88'-0" S/S [1,7 mts x 27 mts]
- Presión de diseño: 75 Psig @ 300°F [500 Kpa @ 150°C]



- Cantidad y tipo de bandejas: 21 de paso simple
- Corrosión permitida: 1/8" [3mm]
- Aislada

Planificación y organización:

Para la planificación y organización de las actividades se tuvieron en cuenta *aspectos de seguridad, aspectos operativos y aspectos logísticos*.

Aspectos de Seguridad:

El ingreso a una torre despojadora de CO₂ corresponde a las tareas definidas como trabajo en *espacios confinados*, ya que presenta una serie de riesgos potenciales para las personas involucradas en la operación. Los riesgos aplicables en nuestro caso eran:

- Espacios reducidos y accesos limitados.
- Posibilidades de una atmósfera tóxica debido a la presencia de H₂S
- Posibilidades de una atmósfera explosiva debido a la presencia de hidrocarburos
- Riesgos de sofocamiento y deficiencia de oxígeno debido a los contenidos elevados de CO₂.
- Trabajos en altura con riesgo de caídas y mareos.
- Caída de objetos.

Una vez identificados los riesgos potenciales, la planificación consideró el desarrollo de las actividades de tal manera que se asegurara la realización de las actividades riesgosas en forma controlada.

Se seleccionó al personal adecuado para trabajar en lugares reducidos, tomando como consideración la experiencia previa en trabajos similares.

Se identificaron las fuentes generadoras de gases tóxicos y se definieron procedimientos a los efectos de asegurar condiciones adecuadas. La utilización de detectores de gases fue necesaria para habilitar los ingresos al espacio confinado.

Se analizaron y definieron planes de contingencia para la evacuación y atención del personal afectado a la operación.

Se informó y capacitó al personal involucrado en lo referente a riesgos de la actividad, utilización correcta de herramientas, equipo e instrumental de seguridad.

Aspectos Operativos:

Dado que las actividades a realizar no son parte de las tareas rutinarias de operación, fue necesario analizar en profundidad cada uno de los trabajos.

Se confeccionaron procedimientos especiales para la adecuación general de los equipos e instalaciones y se planificó el desarrollo de cada una de las actividades a realizar.

A partir de este análisis se definieron los materiales, herramientas, contratación de equipos y maquinaria necesaria a coordinar desde un punto de vista logístico.

Se informó y capacitó al personal involucrado en lo referente a la descripción de las tareas a realizar, procedimientos generales y particulares.

Aspectos Logísticos:

La coordinación de los recursos humanos y materiales fue un aspecto relevante dado que un paro de planta de esta magnitud afecta de manera considerable la operatoria de todo el sistema de producción asociado.

Para las tareas específicas dentro de la torre se definió un máximo de dos operadores trabajando en el interior con una asistencia permanente de otro operador en el exterior. El tiempo máximo de permanencia en el interior se limitó a 90 minutos. Transcurrido este tiempo, el relevo continuaba con las tareas.



La logística material y herramientas consideraron la utilización de los ítems que a continuación se detallan:

- Instalación de andamios en el perímetro de la torre.
- Fabricación de andamios y soportes especiales para su utilización en el interior de la torre.
- Adecuación de herramientas neumáticas y sus correspondientes accesorios (mangueras, bocallaves, etc)
- Provisión e instalación de un sistema de iluminación de 24 V consistente en portalámparas, cables y sistema de suministro de energía desde el exterior.
- Provisión de internos especiales tales como bandejas, tornillos, tuercas, arandelas, etc.
- Provisión de materiales y repuestos diversos tales como juntas, espárragos, tuercas, bridas ciegas, equipo de seguridad y materiales varios, etc.
- Provisión de insumos tales como productos químicos de limpieza y agua para la circulación y producción de vapor.
- Contratación y verificación de servicios de grúas. Para la operatoria se contrató una grúa de 50 Tn y una hidrogrúa de 15 Tn, ambas con barquilla, necesarias para la asistencia en los trabajos en altura y movimiento de materiales varios.
- Contratación, verificación e instalación del sistema de ventilación forzada.
- Contratación y verificación de equipos de alto vacío.
- Contratación y verificación de motobombas para la circulación de fluidos.
- Contratación y verificación de los sistemas de calderas para la producción de vapor. La capacidad de los equipos contratados fue de 1.000.000 Kcal/hora
- Provisión y verificación de equipos de respiración asistida
- Coordinación de servicios de ambulancia y paramédicos.
- Provisión y verificación del instrumental necesario para la detección de gases. Durante el desarrollo de las tareas se utilizaron:
MSA, Microgard, Detector portable de O₂ y mezcla explosiva (2)
Drager, Multiwarn II, Detector Portable Mutigas (1)
Drager, Pac. Detector Portable de SH₂ (2)
CEA Instruments, GD-444, Detector Portable de CO₂ (1)
- Provisión de equipos VHF portátiles, utilizados como medio de comunicación permanente entre el personal que se encontraban en el interior y exterior de la torre.
- Coordinación para la disposición final de los residuos producto de las operaciones.

Desarrollo de las tareas:

Las tareas desarrolladas a continuación son el resultado de la coordinación de todas las actividades antes mencionadas.

- Aislar la torre despojadora de CO₂, mediante la desvinculación de las líneas de acometida e instalación de placas ciegas.
- Inertizar con vapor de agua desde el fondo de la torre, permitiendo la circulación ininterrumpida por un lapso de 3 horas. Durante este período se aportó 1000 Kg de vapor por hora a una temperatura de 100 °C.
- Lavar la torre mediante la circulación de agua caliente a una temperatura de 40°C desde el tope de la torre hacia el fondo. Esta operación se hizo durante un período de 4 horas a los efectos de eliminar los contaminantes productos del lavado con vapor. La cantidad de agua inyectada alcanzó los 20 M3
- Proceder a instalar el sistema de ventilación forzada en el fondo de la torre, para permitir la circulación de un flujo de aire permanente.
- Proceder a realizar las mediciones de atmósfera libre de contaminantes en el fondo de la torre y luego en el tope de la misma. Para la primera medición se ingresó al interior con



equipo de respiración asistida. Para la segunda medición se accedió al tope de la torre por el exterior.

- Una vez constatado la atmósfera libre de contaminantes se ingresó al interior para realizar las actividades programadas.
- Finalizadas las tareas de inspección y reparación se procedió a realizar un segundo lavado con agua a los efectos de eliminar los residuos producto de las tareas. Estos residuos eran fundamentalmente carbonato de hierro.

Conclusiones:

El detalle de los trabajos realizados tuvo por objetivo compartir el desarrollo de las actividades y los conocimientos adquiridos.

El procedimiento más conveniente para una operación similar estará definido por el conocimiento en particular de la operación, como así también por las características particulares de las instalaciones y del proceso.

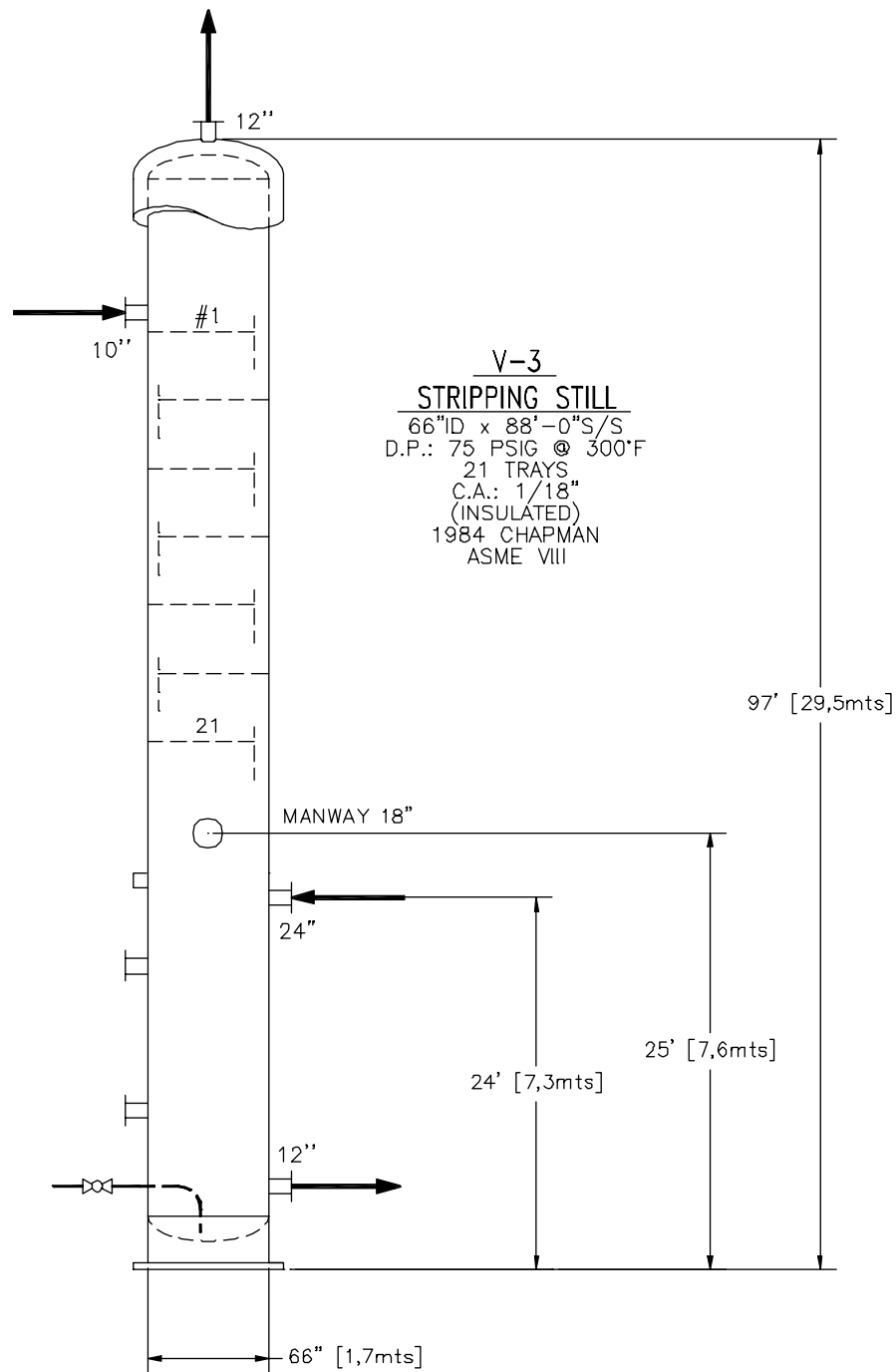
Anexos:

- Diagrama de flujo de las instalaciones.
- Esquema de la torre de destilación
- Procedimiento general de intervención
- Fotografías varias de la operación
- Currículum vitae resumido del autor





- Esquema de la torre de destilación





- Procedimiento general de intervención de la torre despojadora de CO₂

Desmontaje:

1. Cerrar válvula de 16" de salida del horno de amina.
2. Desmontar línea de amina de 24" desde el horno hacia la torre.
3. Instalar placa ciega en brida de 24" en la torre.
4. Desmontar bridas ciegas de 2" y 4" en el tope de la torre.
5. Bloquear válvula controladora de nivel e instalar placa ciega en línea de salida de tanque de flash.
6. Bloquear válvulas de descarga de líquido del acumulador de reflujo e instalar tapones.
7. Desvincular bridas e instalar placas ciegas en línea de entrada a aerofriador de reflujo.
8. Instalar válvula de 3" en línea de reflujo desde la torre hacia el aerofriador de reflujo.
9. Desmontar línea de amina de 12" desde el fondo de la torre hacia la succión de las bombas booster.
10. Verificar cierre de válvula de drenaje manual de 2". Desmontar válvula de drenaje y aislar cañería
11. Instalar conexión para la circulación de vapor.
12. Establecer durante 3 horas la circulación de vapor desde el fondo de la torre hacia el tope.
13. Instalar las conexiones para la circulación de agua caliente en el tope y luego en el fondo de la torre.
14. Establecer la circulación de agua caliente desde el tope hacia el fondo de la torre durante 4 horas y se dará por culminado cuando el drenaje se encuentre libre de impurezas.
15. Desmontar la brida de 18" para permitir el ingreso a través de la boca de hombre.
16. Desmontar placa ciega de 24".
17. Instalar andamios internos y escalera extraíble; acceso por brida de 24".
18. Instalar ventilador de aire en la brida de 12", al pie de la torre, que circulará a través de ésta , saliendo por bridas 2" y 4", ubicadas en la parte superior, previamente se deberán desmontar sus respectivas contrabridas ciegas.
19. Realizar medición de gases. Definir la posibilidad de ingresar a la misma.
20. Proceder con la inspección de la torre.

Pautas de Seguridad, previo y durante el desarrollo de los trabajos de inspección y reparación en la torre.

- *El responsable de seguridad de Servicios Tipsa SA en conjunto con el responsable de seguridad de Tecpetrol SA serán quienes autoricen el ingreso de personal involucrado en las tareas de inspección de la torre de destilación, previo haberlo declarado libre de gas. Para tal fin será necesario la medición de los niveles de oxígeno y otros gases presentes.*
- *Se deberá verificar, de existir, la presencia de escamas de sulfuro de hierro y obrar en consecuencia.*
- *Se instalará un soplador de aire al pie de la torre, para garantizar el ingreso de aire puro desde el exterior, durante todo el tiempo que dure la maniobra.*
- *El primer ingreso se hará con equipo de respiración asistida, a los efectos de comprobar con nuevas mediciones en el interior de la torre, el nivel de oxígeno.*
- *Durante el desarrollo de las tareas de inspección de la torre siempre se encontrarán al menos dos técnicos en el interior y otros dos en el exterior.*
- *Se establecerán turnos de rotación con los técnicos, a fin de no superar 90 minutos de trabajo continuo en el interior.*
- *En todo momento deberán hacer uso de arnés de seguridad para trabajos en altura.*



- *Se deberán realizar y documentar mediciones periódicas de los niveles de oxígeno y otros gases presentes, durante todo el período que dure la intervención.*
- *Para la iluminación interior se utilizarán dos reflectores de 24V. estancos sin interruptor.*
- *La indumentaria para ingresar será de algodón y no se podrá ingresar con ropa de nylon.*

Montaje:

1. Instalar válvula de 12" en la línea de amina del fondo de la torre.
2. Instalar conexiones y filtros screen en la línea de 12".
3. Instalar válvula de vacío de 3" en línea de reflujo.
4. Desmonta placas ciegas en línea de aereofriador de reflujo.
5. Habilitar válvulas de descarga en acumulador de reflujo y tanque de flash.
6. Instalar bridas ciegas de 2" y 4" en el tope de la torre.
7. Instalar línea de amina desde el horno hacia la torre.
8. Habilitar válvula de 16" del horno de amina.
9. Conectar la válvula de 1" de drenaje de la torre.



- Fotos de las Operaciones

Vista general de planta



Montaje de andamios para permitir el acceso al interior



Grúa con barquilla para acceder al andamio





Vista general de planta durante el proceso de inertización con vapor



Equipos de respiración asistida utilizados para habilitar el ingreso



Maniobras con grúa de 50 Tn para realizar medición de gases en tope de torre





Personal trabajando en el interior de la torre (nótese el espacio disponible)



Personal ascendiendo a través de los pasos de hombre de las bandejas



Vista de la torre desde la parte inferior (nótese las placas de revalse)





- Curriculum vitae resumido del autor.

Ricardo Félix Alvarez

Ingeniero Electromecánico, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,
Agosto 1995

Proyectos de ingeniería de instalaciones eléctricas industriales, 1993-1995

Docencia y servicios a terceros en el departamento de ingeniería electromecánica, Universidad
Nacional del Centro, 1994-1996.

Actualmente se desempeña como responsable operativo del área Comodoro Rivadavia, Hanover
Argentina, 1996-hasta la fecha

El area brinda servicios de compresión y tratamiento de gas a diferentes compañías
productoras de gas y petróleo.

- o Vintage Oil, Yacimiento El Huemul, Planta LTS, 1.000.000 M3/día
- o Repsol-YPF, Yacimiento Cañadón León, Compresión y separación de CO2 con tecnología de membranas, 140.000 M3/día, 1200 Hp.
- o Vintage Oil, Yacimiento Cañadón Seco-El Cordón, Compresión y deshidratación con trietilenglicol, 400.000 M3/día, 4700 Hp
- o Camuzzi Gas del Sur, Yacimiento Cañadón Seco, Compresión de Gas, 5600 Hp
- o Camuzzi Gas del Sur, Yacimiento Cañadón Seco, Generación de Energía, 260 Kw
- o Tecpetrol, Yacimiento El Tordillo, Planta de tratamiento de aminas y dew-point, 600.000 m3/día
- o Tecpetrol, Yacimiento El Tordillo, Compresión de Gas en baja y media presión, 3100 Hp.