



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Desarrollo de actividades en el  
Centro Nacional de Control del  
Gas Natural (CENAGAS)**

**TESINA**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Mecánico**

**P R E S E N T A**

Amílcar Saavedra Picazo

**DIRECTOR DE TESINA**

Dr. Jorge Luis Naude de la Llave



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

**A una amada familia**

Martha Picazo Contreras

Amílcar Saavedra Rosas

Celeste Ixchel Saavedra Picazo

Enicar Saavedra Picazo

Gloria S. Pacheco Romero

**A un apreciable Grupo de trabajo**

Francisco Gerardo López Contreras

Rafael Gil Oseguera

Jorge Martín Delgado Araiza

Jesús Adriel Ávila Tordecillas

Emilio David Abreu Fernández

Noel Valderrabano Gutiérrez

Víctor Mauricio Lázaro Segura

Eliú Rojas Martínez

Hugo Pérez Gálvez

Roberto Angel Grangeno

Iván Galicia Alcántara

Gabriela Quintana Pérez

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Definiciones y Abreviaturas .....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>CAPÍTULO I .....</b>                                       | <b>5</b>  |
| Objetivo .....  | 5         |
| Antecedentes .....  | 5         |
| Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS) .....    | 6         |
| Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA) .....             | 7         |
| Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS) ..... | 8         |
| <b>CAPÍTULO II .....</b>                                      | <b>11</b> |
| Desarrollo .....  | 11        |
| Actividades realizadas .....                                  | 11        |
| Desarrollo de actividades realizadas .....                    | 15        |
| Actividades complementarias .....                             | 52        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>                                     | <b>65</b> |
| Formación Profesional .....                                   | 65        |
| Beneficios para la Sociedad .....                             | 66        |
| <b>Conclusiones</b> .....                                     | <b>69</b> |
| <b>Referencias</b> .....                                      | <b>73</b> |
| <b>Anexos</b> .....   | <b>75</b> |

## Definiciones y Abreviaturas

**ASEA:** Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

**CENAGAS:** Centro Nacional de Control de gas natural

**COMIMSA:** Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C. V.

**Corrida de diablos:** Cuando se insertan los diablos o Pigs y viajan por la longitud de una tubería, impulsados por el flujo de la misma.

**CRE:** Comisión Reguladora de Energía

**DDV (Derecho de vía):** Faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones de la vía, servicios de seguridad y servicios auxiliares

**DEMS:** Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad

**Diablos o Pigs:** Los Polly Pigs o Diablos de Limpieza son elementos de limpieza de ductos, su función principal es la de limpiar y remover sedimentos dentro de la tubería a recorrer.

**FI:** Facultad de Ingeniería

**GRP (Government Resource Planning):** Sistema de Mejora operativa a través del sistema de implementación SAP.

**NACE:** National Association of Corrosion Engineers

**RIJ:** Reunión de Inicio de Jornada

**PODS:** Pipeline Open Data Standard

**SAP:** Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos

**SENER:** Secretaría de Energía

**UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México

**UTA:** Unidad de Transporte y Almacenamiento

**Webinar:** Tipo de conferencia, taller o seminario que se transmite por Internet. La característica principales, la interactividad que se produce entre los participantes y el conferenciante.

# CAPÍTULO I

## Objetivo

Mostrar y analizar el desarrollo de las actividades realizadas durante la prestación del servicio social en el Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS) de la Secretaría de Energía (SENER), en el periodo de abril a octubre de 2016, que tienen alguna relación con los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como aquellas que tienen alguna incidencia en la sociedad mexicana.

## Antecedentes

La prestación del servicio social se realizó en el Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS) dentro de la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS) que pertenece a la Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA), la ubicación de las áreas antes mencionadas se puede ver en la *Figura 1 Estructura Básica del CENAGAS con ubicación de la UTA y DEMS.*

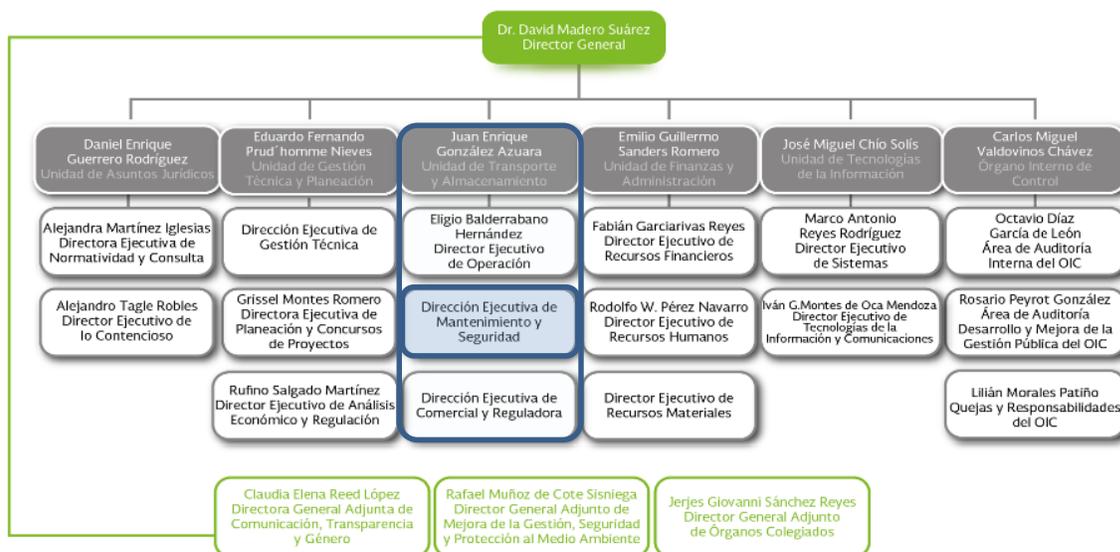


Figura 1 Estructura Básica del CENAGAS con ubicación de la UTA y DEMS. (1)

A continuación se mencionan las áreas ordenadas jerárquicamente, de las cuales se presentan sus características y funciones principales;

- Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS)
  - Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA)
  - Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS)

### **Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS)**

El Centro Nacional de Control del Gas Natural es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal de la Secretaría de Energía (SENER), con personalidad jurídica y patrimonio propios, el cual tiene como encargo la gestión, administración y operación del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de gas natural y el objetivo de garantizar la continuidad y seguridad en la prestación de los servicios del sistema, contribuyendo de esta manera con el abastecimiento del suministro de dicho energético en el territorio nacional.

Con fundamento en el artículo 66 de la Ley de Hidrocarburos el 28 de agosto de 2014 fue creado el Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal y fue hasta después de ciento ochenta días naturales siguientes a la entrada en vigor del Decreto de creación, que entró en funciones el 24 de febrero de 2015. Para el mismo año el 28 de agosto de 2015, la Comisión Reguladora de Energía (CRE), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y el Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), firman un convenio marco y el contrato de transferencia al CENAGAS con el cual los activos que conforman el Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) y el Sistema Naco-Hermosillo (SNH), de los cuales Petróleos Mexicanos (PEMEX) era el encargado pasan a ser parte de la infraestructura del CENAGAS.

El Sistema Nacional de Gasoductos cuenta con 88 ductos y alcanza una longitud de casi 9 mil kilómetros, con capacidad de transporte mayor a 5,750 millones de pies cúbicos diarios, asimismo, el Sistema Naco-Hermosillo cuenta con más de 300 kilómetros de longitud, con una capacidad de transporte de 90 millones de pies cúbicos al día, dicha infraestructura se muestra en la *Figura 2.- Infraestructura del CENAGAS.*

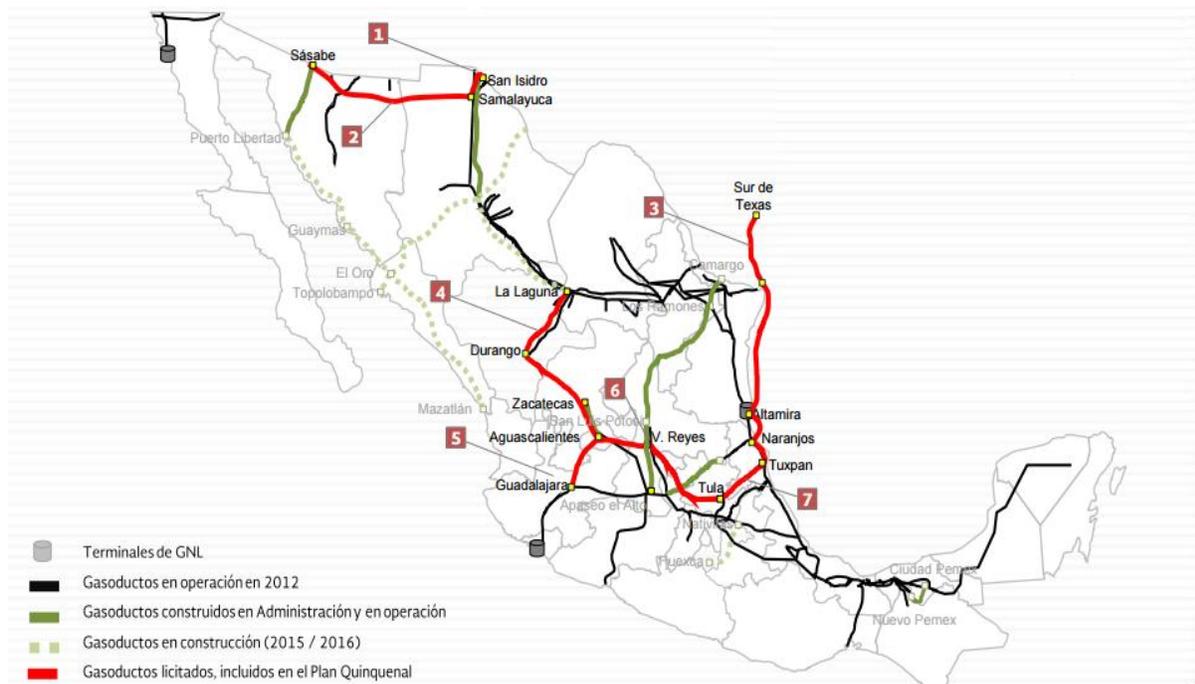


Figura 2.- Infraestructura del CENAGAS (2)

También CENAGAS es el encargado de operar y mantener nueve estaciones de compresión las cuales proporcionan la energía necesaria para hacer llegar el gas natural hasta los puntos de entrega de sus diferentes clientes y concesionarios a través de todo el país. (3)

### Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA)

La Unidad de Transporte y Almacenamiento es la responsable de operar, mantener y regular todos los activos transferidos, realizándolo directamente o a través de un tercero. Con la finalidad de cumplir con tal propósito se encuentra dividida en tres direcciones ejecutivas: Dirección Ejecutiva Comercial y Regulatoria, Dirección Ejecutiva de Operación y la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad.

Algunas de las responsabilidades de la Unidad de Transporte y Almacenamiento son:

- Supervisar que las actividades de transporte por ductos y almacenamiento de gas natural de los que sea titular, se realicen de acuerdo con los programas de seguridad industrial, salud en el trabajo y protección ambiental.
- Coordinar el cumplimiento de los planes y programas aplicables al sistema.
- Supervisar la ejecución y el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los permisos de transporte por ductos y almacenamiento de gas natural de los que sea titular.
- Analizar y proponer la evaluación de nuevas oportunidades de negocio del centro.
- Establecer el orden de prelación para el suministro de gas natural tratándose de alertas críticas, así como en su caso fortuito o de fuerza mayor que afecten la operación del sistema del que sea titular.
- Coordinar la implementación de nuevas tecnologías para las actividades de transporte por ductos y almacenamiento de gas natural de los que sea titular. (3)

### **Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS)**

Se encarga de proporcionar asesoría, asistencia, mantenimiento y soporte técnico al Sistema Nacional de Gasoductos (SNG), Sistema Naco-Hermosillo (SNH) y 9 estaciones de compresión.

Las principales responsabilidades de la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS) son:

- Proponer e implementar las tecnologías para las actividades de transporte por ductos y almacenamiento de gas natural;
- Administrar los planes y programas de mantenimiento de las instalaciones del transporte por ductos y de almacenamiento;
- Dirigir las actividades para el mantenimiento de las instalaciones del transporte por ductos y de almacenamiento de gas natural, directamente o a través de un tercero;
- Proponer e implementar las acciones de mejora en las instalaciones del transporte por ductos y de almacenamiento de gas natural;

- Coordinar la atención de las emergencias en las instalaciones del transporte por ductos y de almacenamiento de gas natural o en aquellos sitios que resulten afectados por fallas operativas del SNG y SNH;
- Coadyuvar en la implementación de las disposiciones en materia de seguridad que establezca la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos;
- Coordinar que las actividades de transporte por ductos y almacenamiento de gas natural de los sistemas de los que sea titular, se realicen en apego a la normatividad en materia de seguridad industrial, salud en el trabajo y protección ambiental. (3)



## **CAPÍTULO II**

### **Desarrollo**

En este capítulo se muestran de forma detallada las actividades realizadas durante el servicio social, así como las actividades complementarias (cursos, capacitaciones, reuniones, conferencias, exposiciones, etc.) que tienen relación con los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y aquellas que proporcionan un beneficio a la sociedad mexicana.

Encontré sumamente relevante realizar el presente desarrollo de actividades debido a la serie de cambios que se han desarrollado en el país en los últimos años a partir de la reforma energética, como prestador del servicio social pude ser testigo de los distintos cambios que se han suscitado dentro del mercado del gas natural y en materia energética, los cuales en conjunto con cambios sufridos por Petróleos Mexicanos (PEMEX) (empresa estatal productora, transportista, refinadora y comercializadora de petróleo y gas natural en México la cual se encuentra entre las más grandes del continente Americano) y a los cambios en los costos del petróleo a nivel mundial, sin olvidar el papel político y económico que juegan actualmente los hidrocarburos.

#### **Actividades realizadas**

Las actividades enlistadas a continuación son tomadas de una bitácora de trabajo que realicé de manera personal durante el periodo de prestación del servicio social, de las cuales fueron seleccionadas las más sobresalientes tomando como criterio su relación con el objetivo de este trabajo y con los siguientes puntos:

- I. Extender los beneficios de la ciencia, la técnica y la cultura a la sociedad a la que pertenece.
- II. Consolidar la formación académica y capacitación profesional en relación con la carrera de Ingeniería mecánica.

La división de las actividades se hizo en dos rubros

-*Actividades realizadas*

-*Actividades complementarias*

Tabla 1.1.- Listado de actividades realizadas

| No. | Actividades realizadas   |
|-----|--|
| 1   | Plática de inducción al Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), medidas de seguridad e introducción a los sectores de ductos.                                |
| 2   | Creación del formato de Reunión de Inicio de Jornada (RIJ)   |
| 3   | Realización de censo de sectores de ductos y clientes del Sistema Naco Hermosillo (SNH) y el Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) en Google Earth.                         |
| 4   | Realización del directorio de línea de mando de los 13 sectores.   |
| 5   | Lectura y análisis de la NOM-007-ASEA-2015 Transporte de gas natural propuesta de sustitución a la norma NOM-007-SECRE-2010 Transporte de gas natural                      |
| 6   | Realización de análisis de sistemas de odorizado, presentación y reunión con Rhacor de México S.A. de C.V.   |
| 7   | Modificación del archivo para reporte de actividades del programa anual del CENAGAS, planeación de actividades y asistencia a reuniones de reporte semanal de actividades. |
| 8   | Investigación para la Reunión de Inicio de Jornada (medidas de seguridad en oficinas, recomendaciones para la salud del trabajo en oficinas.)                              |
| 9   | Asistencia a curso de seguridad primeros auxilios.   |
| 10  | Identificación e investigación de puntos, señalamientos y medidas de seguridad, botiquín de primeros auxilios y equipo contra incendios.                                   |
| 11  | Realización de bases de licitación para ropa de trabajo y equipo de protección personal  |
| 12  | Visita al Sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México, para la verificación de los trabajos realizados de atención a indicaciones de corridas de diablos            |

| No. | Actividades realizadas  |
|-----|---|
| 13  | Visita al Sector de Ductos Salamanca para la verificación del cumplimiento al programa de mantenimiento del Contrato de Operación y Mantenimiento CENAGAS-PEMEX 2016                                  |
| 14  | Realización de material para la presentación de hallazgos de las instalaciones durante la visita de verificación y realización de evaluación de las instalaciones                                     |
| 15  | Lectura de la Guía para realizar análisis de riesgos  |
| 16  | Elaboración de matriz de riesgos en conjunto con el equipo de la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS)  |
| 17  | Elaboración de Propuesta de Costos de Riesgos Directos e Indirectos de la Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA) y su seguimiento.   |
| 18  | Realización del trabajo: Mantenimiento basado en confiabilidad, por medio del análisis de vibraciones, para la reducción de costos en elementos dinámicos de las estaciones de compresión del CENAGAS |
| 19  | Lectura de material del curso de <i>Corrosión y análisis de tiempo de vida remanente en ductos</i> de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C. V. (COMIMSA)                 |
| 20  | Realización de <i>survey</i> de la National Association of Corrosion Engineers (NACE) para recibir propuesta de mejoras del control de corrosión en ductos  |
| 21  | Realización de Guía para elaborar documentos normativos (CEN-UTA-GGO-001)   |
| 22  | Realización de Guía para análisis causas raíz de accidentes (CEN-UTA-GGO-003)   |
| 23  | Realización de Manual de taxonomía para estructura de ubicaciones técnicas y equipos (CEN-UTA-MGO-001)  |
| 24  | Realización de Procedimiento para el análisis y reporte de incidentes y accidentes (CEN-UTA-PGO-001)  |
| 25  | Realización de Procedimiento para ejecución y cumplimiento del programa de mantenimiento predictivo y preventivo de ductos en el módulo PM del SAP (CEN-UTA-PGO-002)                                  |
| 26  | Realización de Reglamento de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental para contratistas y proveedores (CEN-UTA-RGO-001)  |

Tabla 1.2.- Listado de actividades complementarias

| Actividades Complementarias |  |
|-----------------------------|--|
| 1                           | Lectura de la Política Pública para la Implementación del Mercado de gas natural y de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural (4) |
| 2                           | Webinar Emerson: Amenazas comunes a la integridad del ducto: Erosión y Corrosión.  |
| 3                           | Webinar Emerson: Amenazas comunes a la integridad del ducto: Detección de fugas.   |
| 4                           | Reuniones con distintas empresas para la presentación de propuestas, productos o servicios.  |
| 5                           | Reunión con la empresa Sealweld y visita de campo al sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México para conocer la propuesta de la empresa canadiense.              |
| 6                           | Asistencia al congreso de Rosen de México S.A de C.V.  |
| 7                           | Asistencia al congreso de NACE (National Association of Corrosion Engineers)   |

## **Desarrollo de actividades realizadas**

El desarrollo y análisis de las actividades nos permite visualizar los logros obtenidos durante la prestación del servicio social, poder determinar su importancia, relación con los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y aquellas que incorporan algún beneficio a la sociedad, sin perder de vista que se realizó en medio de distintos cambios energéticos y modificaciones en la forma que se administra el gas natural del país.

Para obtener un resultado más íntegro y un mejor análisis de las actividades, agrupé las que conservan una relación o son complementarias, para algunas actividades al final del trabajo se anexa información que pudiera resultar relevante para su comprensión.

- **Plática de inducción al Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), medidas de seguridad e introducción a los sectores de ductos.**
- **Creación del formato de Reunión de Inicio de Jornada (RIJ)**

### *Descripción*

- El primer día de prestación de servicio social (4 de abril del 2016) asistí a la plática de inducción al Centro Nacional de Control del Gas Natural en la cual se dieron a conocer sus objetivos, misión, visión, valores y también me presenté ante el equipo de trabajo al que estaría apoyando los siguientes seis meses, en dicha reunión se dieron a conocer las medidas de seguridad del centro de trabajo y de los diferentes tipos de instalaciones con las que cuenta el CENAGAS, así como la plática con medidas de seguridad que por procedimiento se debe realizar al ingresar a cualquier tipo de instalación perteneciente al CENAGAS.
- Por orden del Ing. Francisco López Contreras, Director Ejecutivo de Mantenimiento y Seguridad, elaboré el formato de Reunión de Inicio de Jornada (RIJ), cuyo objetivo es despertar la conciencia del equipo por medio de la activación física, conocer su estado de salud y comunicar las actividades principales a realizar en el día junto con los mensajes de

seguridad pertinentes, todo esto con la premisa de que quedara alineado a los objetivos y necesidades del CENAGAS

- La información generada y expuesta durante las RIJ's la integré en una carpeta para tener un respaldo en caso de una auditoría. Hasta el día de hoy se sigue llevando tal control.

### *Relación/análisis*

- Esta primer reunión y actividad realizada fueron fundamentales para conocer las actividades y mejores prácticas para evitar accidentes dentro de las instalaciones, se complementó la reunión con distintas experiencias de accidentes en los cuales de haberse tomado las precauciones necesarias se pudieran haber evitado o minimizado los efectos, en este caso al trabajar con sustancias inflamables es de suma importancia tomar las precauciones necesarias para evitar cualquier tipo de incidente y minimizar los riesgos.
- A pesar de que una buena relación con los compañeros de trabajo pudiera ser irrelevante es de suma para obtener buenos resultados en el trabajo ya que promueve una buena comunicación y apoyo entre los distintos miembros del equipo, factor de suma importancia pues desde las actividades realizadas en la Facultad de Ingeniería se puede apreciar una mejora significativa en los resultados finales de distintos trabajos y proyectos cuando se tiene el personal, la organización y la comunicación adecuada y mismos resultados pudieron ser observados dentro del servicio social.
- El crear el formato de la RIJ me permitió entender la importancia de la comunicación permanente y del trabajo en equipo, situación que fue corroborada a lo largo de los seis meses que duró la prestación del servicio social porque a pesar de tales reuniones la información no siempre fluye de la manera deseada, cuando comenzó a crecer el área se volvió más difícil la comunicación de actividades relevantes y fue ahí cuando la única información a ser comentada sería por parte de los Directores Ejecutivos Adjuntos, lo que se resume en la importancia de una persona que sepa liderar un grupo de trabajo.

- El formato de Reunión de Inicio de Jornada se sigue utilizando, desde la fecha de su creación en abril del 2016, hasta mayo del 2017, como recurso de registro de todas las reuniones de inicio de jornada de la DEMS y uno de los elementos auditables por el Órgano Interno de Control (OIC).

A continuación muestro el formato de la Reunión de Inicio de Jornada (RIJ) en el cual se pueden ver plasmados todos los elementos solicitados; estado de salud, misión, visión, meta del día, cantidad de participantes, mensaje de seguridad y actividades relevantes

**CENTRO NACIONAL DE CONTROL DEL GAS  
NATURAL**



**UNIDAD DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REUNIONES DE INICIO DE JORNADA**

Lugar: Av. Insurgentes Sur 838, Piso 10 , Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, C.P. 03104 Ciudad de México

| Lider     | Nombre: | Fecha:     | Inicio: | Termino: | Firma: |
|-----------|---------|------------|---------|----------|--------|
| Lunes     |         | 13/02/2017 |         |          |        |
| Martes    |         | 14/02/2017 |         |          |        |
| Miércoles |         | 15/02/2017 |         |          |        |
| Jueves    |         | 16/02/2017 |         |          |        |
| Viernes   |         | 17/02/2017 |         |          |        |

|  | Lunes   | Martes | Miercoles | Jueves   | Viernes | Observaciones |      |    |      |    |  |
|--|---|--------|-----------|--|---------|---------------|------|----|------|----|--|
| ¿Se realizó el saludo de inicio de jornada?  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 1  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| ¿Se enumeró el personal participante?  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 2  | Cant  |        | Cant      |  | Cant    |               | Cant |    | Cant |    |  |
|  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| ¿Se indicaron las reglas de seguridad de la reunión (ruta de evacuación, responsable de piso, punto de reunión, etc.)? |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 3  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| ¿Se preguntó el estado de salud y estado de animo de los participantes?  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 4  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| ¿Se realizaron los ejercicios físicos o mentales?  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 5  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| ¿Se preguntó el estado de salud y de animo de los participantes después de los ejercicios?                             |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 6  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| <b>CENAGAS</b>   |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 7  | <b>MISIÓN</b>   |        |           | <b>VISIÓN</b>  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | Garantizar el abasto confiable, eficiente y seguro de gas natural en territorio nacional. |        |           | En 2025, ser reconocido a nivel internacional, como un gestor técnico a vanguardia en los sistemas de transporte y almacenamiento de gas natural, así como un transportista confiable, seguro y eficiente. |         |               |      |    |      |    |  |
|  | <b>Valores:</b>   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | Compromiso, Disciplina, Honestidad, Responsabilidad y Respeto                             |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| ¿Se dio lectura a la Misión y Visión de CENAGAS?   |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| Difusión de Incidentes y/o accidentes y sus formas de evitarlos  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 8  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| Actividades relevantes a desarrollar , trabajos con potencial de alto riesgo y/o sensación de peligro                  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 9  | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| Recomendaciones específicas (seguridad, campañas, etc.)  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 10   | SÍ  | NO     | SÍ        | NO   | SÍ      | NO            | SÍ   | NO | SÍ   | NO |  |
| <b>Meta del día</b>  |   |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
| 11   | Fecha:  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | 13/02/2017  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | 14/02/2017  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | 15/02/2017  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | 16/02/2017  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |
|  | 17/02/2017  |        |           |  |         |               |      |    |      |    |  |

Figura 3.- Formato Reunión de Inicio de Jornada (RIJ)

- **Realización de censo de sectores de ductos y clientes del Sistema Naco Hermosillo (SNH) y el Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) en Google Earth.**
- **Realización del directorio de línea de mando de los 13 sectores.**

### *Descripción*

- Por indicación del Ing. Jesus Adriel Ávila Tordecillas, Coordinador de Mantenimiento, elaboré una relación de clientes del Sistema Nacional de Gasoductos y el Sistema Naco-Hermosillo, con las capacidades de consumo de los clientes, en el programa Excel, Microsoft Office y con apoyo de Google Earth, Google Inc. localicé en un mapa geográfico cada uno en los diferentes tramos en los que están las interconexiones de los clientes.
- Por indicación del Ing. Francisco Gerardo López Contreras, Director Ejecutivo de Mantenimiento y Seguridad realicé la elaboración del directorio de la línea de mando y ubicación de los trece sectores de gas, me comuniqué con cada uno de los 13 Superintendentes, con la finalidad de establecer una comunicación pronta y efectiva de manera cotidiana, así como su localización inmediata en caso de un incidente.

### *Relación/análisis*

- Me permitió ampliar mis conocimientos del Sistema Nacional de Gasoductos, Sistema Naco-Hermosillo y en general del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de gas natural (SISTRANGAS), así como familiarizarme con las principales empresas consumidoras de gas natural del país y ver los sectores con los que se está íntimamente ligado. Por otra parte me permitió conocer la distribución de la infraestructura, instalaciones, clientes y distribución del gas natural en la actualidad, así como la proyección de los ductos de gas natural en México.
- Con la elaboración de la línea de mando, me familiaricé con los 13 sectores que se encargan del transporte del gas natural, así mismo me permitió ver lo difícil que puede resultar contactar al personal de un sector en caso de alguna emergencia o accidente. Pude ver la

necesidad de crear protocolos de comunicación de emergencias y un documento en el cual se mencionen las emergencias a comunicar entre CENAGAS y el operador (en este caso Pemex Logística). Estos documentos mencionados fueron creados por el área correspondiente meses después de terminar la prestación del servicio.

- **Lectura y análisis de la PROY-NOM-007-ASEA-2015 Transporte de gas natural propuesta de sustitución a la norma NOM-007-SECRE-2010 Transporte de gas natural (5).**
- **Realización de análisis de sistemas de odorizado, presentación y reunión con Rhacor de México S.A. de C.V.**

### *Descripción*

- Por instrucciones del Ing. Eliú Rojas Martínez, Director Ejecutivo Adjunto de Planeación e Ingeniería apoyé en la realización de una propuesta de odorizado del gas natural, la cual consistió en realizar un análisis costo-beneficio entre un sistema de odorizado y una desviación, cálculos de la cantidad de mercaptano (sustancia que proporciona el olor característico del gas natural ya que este es inodoro) necesario para realizar el odorizado de todo el gas natural con clase de localización 3 y 4 de los tramos de ducto, una cotización del costo total de los equipos necesarios para realizar el odorizado junto con el mercaptano necesario.
- Di lectura a la NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural, con la finalidad de realizar la propuesta de forma adecuada, entender las características que había que tomar en cuenta, tener bases legales necesarias para la propuesta, entender la normatividad con la que debe cumplir el transporte de gas natural y la periodicidad con la que deben de ser realizados los trabajos de mantenimiento.
- Como segunda lectura complementaria leí la propuesta para la modificación de la norma existente, PROY-NOM-007-ASEA-2015 Transporte de gas natural, dicha lectura fue necesaria ya que en esta se propone que el transportista sea el responsable del odorizado del gas natural para las clases de localización 3 y 4 de los ductos, por lo cual CENAGAS pasaría a ser el responsable del odorizado.

- Se realizó un análisis de los ductos con clase de localización 3 y 4, la cual depende del desarrollo urbano que se encuentra sobre el derecho de vía (DDV) y los lugares de reuniones en la zona (iglesias, salones de fiestas, estadios, hospitales, etc.), con la finalidad de saber el volumen de gas natural a odorizar, después se analizó si realizar el odorizado era la opción más viable tomando en cuenta como una segunda opción el realizar una desviación, obteniendo como resultado que el odorizado sería la opción más viable (el proyecto estaba realizado hasta este punto en cuanto yo me integré a él), se buscaron y analizaron opciones para satisfacer la necesidad de odorizar el producto, con tal motivo complementé una presentación y el análisis del costo aproximado del odorizado. Por último asistí a una reunión con Rhacor de México, para que realizara la presentación de su propuesta de manera formal.

#### *Relación/análisis*

- Esta fue una de las actividades de mayor utilidad para las posteriores actividades durante la prestación de servicio social, debido a las lecturas complementarias de las normas para el transporte del gas natural, el conocimiento adquirido de los procesos necesarios para evitar alguna sanción o llamada de atención por los órganos reguladores y más importante aún, conocer las acciones que se deben tomar para la propia seguridad de las instalaciones, trabajadores y sociedad.
- Esta actividad me permitió aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería con la diferencia de que en esta ocasión la información que integré tendría implicaciones directas en un proyecto a nivel nacional y en una inversión de varias decenas de millones de pesos. A pesar de que no fueron necesarios cálculos complejos era necesario que fueran realizados por alguien que entendiera de tales temas y conceptos de ingeniería, como la concentración y volumen de las sustancias, capacidades de los tanques, potencia de los equipos, etc.

A continuación en la *Figura 4.- Análisis del sistema de odorizado* muestro la tabla de Excel, Microsoft Office que fue creada con el fin de calcular la capacidad necesaria de los equipos de odorizado a solicitar, la cantidad de

odorizado a utilizar diaria, mensual y anualmente, para poder realizar una cotización más acertada.

Los cálculos realizados en la parte inferior de la imagen se realizaron con ayuda de una de las cotizaciones presentadas.

| Cotización Sistema de odorización para servicio de Gas Natural |   |                 |                 |             |                        | Conversiones  |     |
|--|---|-----------------|-----------------|-------------|------------------------|---------------|-----|
|  | Datos de entrada  |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Datos de salida   |                 |                 |             |                        |               |     |
| Cálculos del combustible                                       |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Flujo [MMPCD]   | 420.0           | MMPCD           |             |                        |               |     |
| Marca  | YZ Syxtems-Milton Roy   |                 |                 |             |                        |               |     |
| Modelo   | NJEX 7300GM-06N-6S0   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | NJEX8302G: Sistema de odorización para gas natural para altos volúmenes |                 |                 |             |                        |               |     |
| Costo  | Sin contenedor  | 112,999         | USD             |             |                        |               |     |
|  | Con contenedor  | 128,502         | USD             |             |                        |               |     |
|  | Concentración de mercaptano   | 15              | mg/m3           |             |                        |               |     |
|  | Flujo Ft3   | 420,000,000.00  | Ft/día          |             |                        |               |     |
|  | Flujo M3  | 495,547.50      | M3/h            |             | 1 ft3                  | 0.02832       | M3  |
|  |   | 7,433.21        | gramos/h        |             | 1 mg                   | 0.000001      | kg  |
|  |   | 178,397.10      | gramos/día      |             |                        |               |     |
|  |   | 178.40          | kg/día          |             | 1 galón                | 3,175,147     | Kg  |
|  |   | 56.19           | Galones/ Día    |             |                        |               |     |
|  | Costo del galón [USD]   | \$ 32.48        | usd/galon * día |             |                        |               |     |
|  | Costo al día  | \$ 1,824.90     | usd / Día       |             |                        |               |     |
|  | Número de Tanques   | 4               |                 |             |                        |               |     |
|  | Volúmen Tanques   | 2000            | Galones         |             |                        |               |     |
|  | Capacidad operativa   | 8000            |                 |             |                        |               |     |
|  |   | 80%             |                 |             |                        |               |     |
|  | Galones, Capacidad operativa 80%  | 6,400           | Galones         |             |                        |               |     |
|  | Costo de recarga  | \$ 207,872.00   |                 |             |                        |               |     |
|  | Duración de recarga   | 113.91          | Días            |             |                        |               |     |
|  | - Proporcionado   | 3.33            | Meses           |             |                        |               |     |
|  | - Calculado   | 3.80            | Meses           |             |                        |               |     |
|  |   | Precio Unitario | Cantidad        | Unidad      | Total                  | usd           |     |
| Equipos  |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Sin contenedor  | \$ 112,999.00   | 4.00            | Pza         | \$ 451,996.00          |               |     |
|  | Con Contenedor  | \$ 128,502.00   | 4.00            | Pza         | \$ 514,008.00          |               |     |
| Accesorios necesarios para la instalación                      |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Software Sentry   | \$ 637.00       | 1               | Pza         | \$ 637.00              |               |     |
|  | Regulador de contrapresión  | \$ 1,495.00     | 8               | Pza         | \$ 11,960.00           |               |     |
|  | Probeta retractil de 1" NPT   | \$ 5,776.00     | 1               | Pza         | \$ 5,776.00            |               |     |
|  | Válvula check   | \$ 263.00       | 1               | Pza         | \$ 263.00              |               |     |
|  | Aislador dieléctrico 1/4"   | \$ 251.00       | 1               | Pza         | \$ 251.00              |               |     |
|  | Aislador dieléctrico 3/8"   | \$ 292.00       | 1               | Pza         | \$ 292.00              |               |     |
|  | Lavador de gas (scrubber)   | \$ 788.00       | 8               | Pza         | \$ 6,304.00            |               |     |
|  | Partes de repuesto  | \$ 3,804.00     | 4               | Kit         | \$ 15,216.00           |               |     |
| Servicios  |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Arranque  | \$ 2,000.00     | 1               | Serv.       | \$ 2,000.00            |               |     |
|  | capacitación  | \$ 2,000.00     | 1               | Serv.       | \$ 2,000.00            |               |     |
| Odorante   |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  |   | \$ 32.48        | 6,400           | Galones     | \$ 207,872.00          |               |     |
| Documentación  |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  |   | \$ 3,500.00     | 1               | Doc.        | \$ 3,500.00            |               |     |
| Instalación  |   |                 |                 |             |                        |               |     |
|  | Sistema con tanque  | \$ 35,484.00    | 4               | Obra        | \$ 141,936.00          |               |     |
|  | Hot tapping   | \$ 17,924.00    | 2               | Hot Tapping | \$ 35,848.00           |               |     |
|  |   |                 |                 |             | <b>TOTAL</b>           |               |     |
|  |   |                 |                 |             | Sin contenedo          | \$ 885,851.00 | usd |
|  |   |                 |                 |             | Con Contened           | \$ 947,863.00 | usd |
|  |   |                 |                 |             | 1° Recarga             | \$ 207,872.00 | usd |
| <b>Inversión inicial sistema y 1° Recarga.</b>                 |   |                 |                 |             | <b>\$ 1,155,735.00</b> | <b>usd</b>    |     |

Figura 4.- Análisis del sistema de odorizado.

➤ **Modificación del archivo para reporte de actividades del programa anual del CENAGAS, planeación de actividades y asistencia a reuniones de reporte semanal de actividades.**

*Descripción*

- Participé en las reuniones de reporte semanal de actividades, las cuales se celebraron todos los días viernes al medio día, para informar el avance semanal de cada uno de los proyectos, en la cual se resaltaban los logros obtenidos, la existencia de alguna desviación, así como las acciones para mitigarla. Las reuniones se llevaron a cabo con todo el personal de la DEMS en las Instalaciones de CENAGAS y eran de suma importancia debido a que la información generada se utilizó para realizar la rendición de cuentas a la jefatura de la Unidad de Transporte y Almacenamiento y a la Dirección General.
- Debido al aumento en la cantidad de proyectos surgió la necesidad de modificar el archivo para el control de los proyectos, tal modificación la realicé con el objetivo de que se actualizara automáticamente el avance programado, de manera que sólo fueran necesarios los datos de entrada de las actividades realizadas en la semana.

*Relación/análisis*

- Las presentaciones de reporte de actividades semanal junto con la Reunión de Inicio de Jornada son actividades que fortalecen el trabajo en equipo, ya que permiten que todos los integrantes de la dirección conocieran las actividades que se estaban desarrollando, así como sus avances, contratiempos y las acciones a tomar para reducir la desviación de los objetivos.
- Participar de estas actividades de seguimiento del trabajo me permitió mejorar la forma de dar una presentación de rendición de cuentas y ver la importancia de cumplir en tiempo y forma lo planeado. Reconocí las estrategias para tener una comunicación efectiva a la hora de realizar una presentación.

- **Investigación para la Reunión de Inicio de Jornada (RIJ) (medidas de seguridad en oficinas, recomendaciones para la salud del trabajo en oficinas.)**
- **Asistencia a curso de seguridad primeros auxilios.**
- **Identificación e investigación de puntos y señalamientos de seguridad, botiquín de primeros auxilios y equipo contra incendios.**

### *Descripción*

- Investigué distintos contenidos relacionados con el tema de la seguridad en el trabajo, salud y mejores prácticas, para exponerlos al equipo de la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad durante la Reunión de Inicio de Jornada.
- Asistí al curso de primeros auxilios impartido para el personal que conformaba las brigadas de seguridad del edificio, en el cual se expusieron temas sobre los riesgos y accidentes más comunes en el trabajo, la manera correcta de reaccionar en caso de un incidente y cómo usar el equipo básico de primeros auxilios con el cual ya se contaba en el piso, pero ningún miembro del equipo sabía utilizar.
- Identifiqué los elementos de seguridad de los pisos del edificio que le corresponden al CENAGAS, entre ellos, señalamientos, extintores, puntos de reunión, rutas de evacuación ubicación del equipo contra incendio y botiquín de primeros auxilios de las instalaciones del CENAGAS y su difusión durante la RIJ.

### *Relación/análisis*

- Estas tres actividades me sirvieron para tener información actualizada de los tipos de fuego, como combatirlo, y acciones a implementar para evitar accidentes dentro de las áreas de trabajo, identificar los tipos de accidentes que se deben de comunicar a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) y para saber la mejor manera de responder a los diferentes tipos de emergencia y lesiones. Tal conocimiento fue de gran

utilidad más adelante durante la elaboración de distintos documentos de seguridad.

- Dichos cursos y conocimiento adquirido forman parte de la formación integral de una persona dedicada a temas en los cuales siempre se está expuesto a algún incidente y a pesar de que en esta etapa de los trabajos donde la mayoría son en oficina, es importante para minimizar riesgos en los trabajos una vez que sean llevados a cabo en campo.

### ➤ **Realización de bases de licitación para ropa de trabajo y equipo de protección personal**

#### *Descripción*

- A mediados del mes de mayo fue necesario realizar una licitación para adquirir ropa de trabajo y equipo de protección personal, por lo que se me asignó la tarea de realizar las Pre-Bases para tal licitación conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables y lineamientos existentes, especificando las necesidades de seguridad requeridas para los trabajadores del CENAGAS, con apoyo de la experiencia en la materia de mis compañeros. Esta actividad se realizó en varias etapas, en un principio trabajada de forma individual, más adelante en conjunto con el Ing. Noel Valderrabano Gutiérrez, Coordinador de Confiabilidad y después fue transferida al área de Planeación e Ingeniería conforme se definió la división de las áreas, donde se continuó con la elaboración y aproximadamente 5 meses después se realizó el Fallo de la licitación, la firma del contrato y la entrega de los materiales adquiridos.

#### *Relación/análisis*

Este fue el primer proceso de licitación en el que participé, el cual consistió desde la elaboración de las pre-bases con apoyo de las normas nacionales y las existentes en industria, hasta la entrega de los bienes adquiridos, entre los conocimientos que pude obtener fueron:

- Conocer la normatividad actual aplicable, certificaciones y especificaciones para ropa de trabajo y Equipo de Protección Personal.

- Aprender la ruta para realizar las licitaciones de servicios cuyo conocimiento fue mejorando mientras se realizaron actividades de apoyo a distintos proyectos, ya que por tratarse de un organismo de gobierno se deben de realizar las adquisiciones arrendamientos y servicios por medio de un proceso de licitación ya sea del tipo nacional o internacional si el mercado nacional no ofrece la mejor solución para la necesidad.
- Conocer la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, su reglamento, la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su reglamento, esto cobró una gran importancia pues el área que apoyé en el último bimestre de la prestación de servicio social fue la Dirección Ejecutiva Adjunta de Mantenimiento Integral a cargo del Ing. Rafael Gil Oseguera, en ésta es donde se realizan la mayoría de los proyectos de adquisiciones, obra pública y en la que se generan todas las características técnicas para los proyectos de la DEMS.

➤ **Visita al Sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México, para la verificación de los trabajos realizados de atención a indicaciones de corridas de diablos.**

*Descripción*

- Asistí a la visita del sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México, con el propósito de verificar la realización de trabajos para la restitución de la integridad mecánica del Gasoducto de 36" D.N. Venta de Carpio-Guadalajara, debido a los resultados obtenidos de una corrida de diablo anterior a mi ingreso. Tal actividad fue realizada en apoyo al Ing. Oscar Jiménez Martínez, director de verificación.

Realizamos la visita a tres sitios de trabajos en diferentes kilometrajes a lo largo del Gasoducto de 36" D.N. Venta de Carpio-Guadalajara, encontrando en el siguiente estado cada uno de ellos:

- a) En el primer sitio, ya se habían concluido los trabajos de reparación del ducto, se encontró totalmente relleno y restituido el derecho

de vía. Únicamente se observó la necesidad de restituir los señalamientos de seguridad.

- b) Los trabajos del segundo sitio se encontraron con el tubo expuesto, la protección mecánica retirada y el tubo limpio, los trabajadores no se encontraban laborando durante el horario de la visita en esta área. Se observó que aún no se realizaba la reparación de las indicaciones del gasoducto, los trabajos en los tres sitios se registró con toma de fotografías (Figura 5.2.- Ducto expuesto sin protección mecánica del segundo sitio de trabajos).
- c) En el tercer sitio, se encontró la excavación realizada, el tubo expuesto y sin protección mecánica en el área a realizar las reparaciones, En este caso tampoco fue posible encontrar a los trabajadores en el sitio de trabajo.

Al final de la visita a los tres sitios realizamos un informe del estado de los trabajos, el cual fue comentado con el Director Ejecutivo de Mantenimiento y Seguridad con ayuda de las fotografías tomadas durante la visita.

#### *Relación/análisis*

- Esta fue la primera visita de campo en la cual pude observar lo que hasta el momento había tratado únicamente de manera administrativa, de esta forma pude comprobar la necesidad de los señalamientos de seguridad, ver la manera en la que se efectúan los trabajos de reparación en una línea principal de gasoductos y como se pueden apreciar físicamente las indicaciones más comunes, lo cual considero un fortalecimiento profesional. Esta actividad también me permitió conocer distintos elementos de los gasoductos, las instalaciones superficiales como las válvulas de seccionamiento y casetas del equipo de protección catódica.
- Durante el recorrido a los sitios de trabajo pude observar la importancia de una adecuada protección mecánica y la presencia de un equipo de protección catódica, debido a que en las secciones de ducto con ausencia de tal protección fue notorio que era mayor el daño ocasionado por la corrosión. Otro factor que permite que se aumente la

velocidad de la corrosión, es el tipo de suelo (por su electronegatividad), por lo cual se debe de tener una adecuada protección catódica y realizar su verificación realizando tomas de potencial del suelo de manera periódica como parte del mantenimiento preventivo.

A continuación en la Figura 5.1.- Ubicación de Visita a Venta de Carpio, se muestra el lugar de los trabajos de verificación, cercanos a la válvula de seccionamiento Rancho Aéreo y en la Figura 5.2.- Ducto expuesto sin protección mecánica del segundo sitio de trabajos se puede ver el estado del ducto y las anotaciones realizadas en el ducto.



Figura 5.1- Ubicación de Visita a Venta de Carpio, Rancho Aéreo



Figura 5.2.- Ducto expuesto sin protección mecánica del segundo sitio de trabajos

- **Visita al Sector de Ductos Salamanca para la verificación del cumplimiento al programa de mantenimiento del Contrato de Operación y Mantenimiento CENAGAS-PEMEX 2016.**
- **Realización de material para la presentación de hallazgos de las instalaciones durante la visita de verificación y realización de evaluación de las instalaciones.**

#### *Descripción*

- Realizamos la visita en el mes de septiembre del 2016 a las instalaciones del Sector de Ductos Salamanca con asistencia de Personal de PEMEX, Directores Adjuntos y Coordinadores de CENAGAS, con el objetivo de realizar la evaluación de las actividades de mantenimiento programado realizado del Contrato de Operación y Mantenimiento 2016 CENAGAS-Pemex Logística, en el Sistema Nacional de Gasoductos y el Sistema Naco-Hermosillo.

- Visitamos diversas instalaciones, como son: Válvulas de Seccionamiento, válvulas Troncales, Estaciones de Medición y Regulación, Trampas de Diablos de envío y recibo, cruces carreteros y deslaves sobre el derecho de vía. En todas las instalaciones visitadas elaboramos una lista de verificación para evaluar el estado en el que se encontraron las instalaciones por último toda esta información fue integrada en el Reporte de Hallazgos realizado una vez de regreso a las oficinas del CENAGAS.
- Durante la visita se realizaron tomas de potenciales en distintos puntos por parte de personal de Pemex Logística, con una celda de referencia de Sulfato de cobre, dando como resultado datos dentro del rango permitido para todos los casos.
- Una vez de regreso en oficinas de la Ciudad de México se realizó un reporte en el programa de PowerPoint, Microsoft Office, en apoyo al Ing. Emilio Abreu Fernández, coordinador de las estaciones de compresión, quien indicó la necesidad de elaborar una presentación con información de la evaluación anual al sector y se detallaron los hallazgos más significativos junto con un reporte fotográfico de todas las instalaciones visitadas. Dicho reporte se realizó con la finalidad de dar a conocer el estado de los trabajos de mantenimiento realizados y el estadio actual de las instalaciones, al Titular de la unidad de Transporte y Almacenamiento, Actuario Juan Enrique González Azuara.

#### *Relación/análisis*

- Para realizar la evaluación de las distintas instalaciones se consideraron los rubros de obra civil, medidas de seguridad, mantenimiento, corrosión y estado del equipo eléctrico, dichas evaluaciones se realizaron con una lista de verificación adecuada para cada uno de los tipos de instalaciones.
- Durante la visita a las instalaciones realicé distintas actividades, en un principio fui el encargado de tomar las fotografías para el reporte fotográfico, para lo cual era necesario tener el conocimiento previo en materia de seguridad en las instalaciones, obra civil, protección catódica, etc. para poder identificar los elementos de las instalaciones

que están cayendo en un incumplimiento, debido a que mediante las fotografías se realizó la demostración de las reparaciones que era necesario realizar y los incumplimientos de seguridad de las instalaciones.

- Otra de las actividades que se realizó en las instalaciones fue el llenado de la lista de verificación para el cumplimiento a la normatividad aplicable, con la cual se llevó el registro de los incumplimientos de cada instalación visitada. Actividad que me permitió identificar todos los elementos que componen las instalaciones y el estado en el que se deben de encontrar, identificar si alguna sección del ducto está aterrizada, si el aislamiento mocheta-ducto está realizado adecuadamente, etc.
- Durante la elaboración del reporte de hallazgos del Sector de Ductos fue necesario aplicar los conocimientos obtenidos durante las actividades previas del servicio social, para poder demostrar mediante fotografías los hallazgos u omisiones en las medidas de seguridad en las instalaciones y describirlas de manera adecuada y técnica. Cabe mencionar que para tal conjunto de actividades destiné más de 70 horas del servicio social.
- La realización de la visita fue de suma importancia para evaluar y conocer los resultados reales del contrato de Operación y Mantenimiento 2016, poder verificar si los reportes que se reciben mensualmente están siendo atendidos como se indica o si es que existe alguna inconsistencia. Durante la visita pudimos observar la necesidad de reparar los distintos deslaves y darnos una mejor idea de la magnitud y criticidad de los mismos, cuyas bases técnicas para la reparación de los deslaves comencé a trabajar junto con el Ing. Jesús Adriel Ávila Tordecillas, Coordinador de mantenimiento, durante el último mes del servicio social.

En el Anexo 1 al final del documento muestro parte de la presentación (únicamente la sección del reporte fotográfico) realizada para el reporte de los hallazgos del Sector de Ductos Salamanca al Titular de la unidad de Transporte y Almacenamiento.

- **Elaboración de matriz de riesgos en conjunto con el equipo de la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento y Seguridad (DEMS)**
- **Elaboración de Propuesta de Costos de Riesgos Directos e Indirectos de la Unidad de Transporte y Almacenamiento (UTA) y su seguimiento.**

### *Descripción*

- Estas actividades las realicé durante el último trimestre de la prestación del servicio social, por instrucciones del Actuario Juan Enrique González Azuara, Titular de la unidad de Transporte y Almacenamiento, con el propósito de elaborar una matriz de riesgos que nos permitiera mostrar los riesgos críticos de cada área, los controles establecidos para cada riesgo y la forma de mitigarlos, reducirlos, transferirlos o asumirlos. Esta actividad fue realizada en conjunto todo el equipo de trabajo de la DEMS.
- La propuesta de Costos de Riesgos Directos e Indirectos de la UTA fue elaborada en conjunto con el Ing. Emilio David Abreu Fernández, Coordinador de las estaciones de compresión, para satisfacer la necesidad de representar el costo directo e indirecto aproximado de los riesgos más comunes para la unidad. Al ser del gusto del área solicitante, fue solicitada una modificación de tal versión para escalar su aplicación a todo CENAGAS, por solicitud del Ing. Rafael Muñoz de Cote Sisniega, Director Ejecutivo Adjunto de la Gestión de Seguridad y Protección del Medio Ambiente, cuya versión quedó inconclusa al final de la prestación del servicio social por lo que fue necesario continuar trabajando en ella fuera del tiempo de prestación del servicio social.

### *Relación/análisis*

- El proceso de realización de tales actividades fue de suma importancia para profundizar en conocimientos de seguridad y riesgos. Para su elaboración fue necesaria la consulta de procedimientos, reglamentos y normas, posteriormente discutidos y ampliados en las reuniones de trabajo.
- Fue necesario realizar varias propuestas de Costos de Riesgos Directos e Indirectos de la UTA hasta que finalmente fue aceptada una, en la cual

se continuó mejorando y se elaboraron varias versiones. Esta actividad es una de las más representativas, debido que cumplió con las expectativas y hasta el año 2017 sigue mejorándose por solicitud de la Dirección General, incluso se busca representar los riesgos de todo el CENAGAS por medio de tal propuesta. Además se valora convertirse en un método de evaluación de riesgos del CENAGAS y presentarse ante la Secretaría de la Función Pública.

A continuación, en la Figura 6.- Análisis de costos de riesgos se puede ver la propuesta para el Cálculo de Costos realizado en el *Software Excel*, Microsoft Office. En la parte de arriba de la imagen se pueden ver los riesgos representados en escenarios de los cuales será evaluada su criticidad y costo total, el cual está compuesto por el grado del daño, su costo directo, costo indirecto y su probabilidad de ocurrencia en un año. En la parte centro se ve, la representación gráfica de los costos totales y en la parte inferior los riesgos, grado del daño y costo para cada unidad. La imagen mostrada es únicamente con fines ilustrativos.



➤ **Realización del trabajo: Mantenimiento basado en confiabilidad, por medio del análisis de vibraciones, para la reducción de costos en elementos dinámicos de las estaciones de compresión del CENAGAS**

*Descripción*

- Este trabajo lo realicé como parte de los requerimientos de la asignatura Seminario de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería a cargo del DR. Rogelio González Oropeza y el CENAGAS, el tema lo seleccioné por recomendación del Director Ejecutivo de Mantenimiento y Seguridad, Francisco Gerardo López Contreras debido a la importancia dentro de la industria y a la muy posible necesidad de su aplicación a mediano plazo dentro del CENAGAS.
- Dentro del contenido del trabajo presento los diferentes tipos de mantenimiento con las distintas actividades de cada uno de ellos, la finalidad de cada tipo de mantenimiento y la diferencia entre los costos.
- Realicé un análisis costo-beneficio tomando en cuenta el costo que genera realizar el mantenimiento en un 50% de forma correctiva o si es una mejor opción capacitar a su personal e implementar tareas especializadas como el Análisis de Vibraciones para el CENAGAS.

*Relación/análisis*

- A lo largo de este trabajo comprendí la importancia de reducir el mantenimiento correctivo y aumentar el mantenimiento preventivo y predictivo los cuales representan un ahorro al evitar paros no programados del sistema, fallas, accidentes y aumentando la vida útil de los activos, ya que a pesar de que el mantenimiento preventivo y predictivo y el basado en condición tienen un precio más elevado, se genera un ahorro significativo para la empresa y una mejor calidad de los activos reduciendo las probabilidades de que ocurran accidentes con daño a otros componentes, instalaciones, pérdidas humanas, multas por organismos reguladores, daño al medio ambiente y pérdidas por daño a la imagen.

- En el trabajo abordé el Análisis de Vibraciones desde sus principios y beneficios, sin dejar de lado los tipos de mantenimiento y sus características con actividades de mantenimiento para cada uno de ellos, finalmente mostrando los espectros característicos más comunes y explicando las fallas que representan cada uno de los espectros. (1)
- El análisis costo – beneficio lo realicé tomando en cuenta la capacidad de los equipos de las estaciones de compresión a cargo del CENAGAS (tomado del censo de infraestructura de octubre del 2016), contra el costo por la capacitación de la persona responsable, costo de adquisición y mantenimiento del equipo de análisis y el software de análisis e interpretación de datos. El resultado obtenido fue que es una mejor opción el realizar la inversión para reducir el porcentaje de mantenimiento de tipo correctivo. Este análisis se realizó para ver la influencia del tipo de mantenimiento sobre los costos y ejemplificar casos hipotéticos en los que se toman porcentajes de mantenimiento y se obtiene el costo total, una de las tendencias que se ve claramente en los datos obtenidos es que entre menos sea el mantenimiento correctivo el costo es menor.
- Para tomarse como un análisis más real se tendrían que tomar en cuenta distintos factores y compararlo ante la posibilidad de poder contratar el servicio en vez de realizar la adquisición y capacitación, otra de las cosas que tendrían que modificar es el porcentaje de mantenimiento correctivo, obteniendo un promedio de como se ha llevado a cabo el mantenimiento en los últimos años, debido a que la cantidad de con la que se trabajó, fueron obtenidos de escenarios supuestos. Lo cual no se consideró dentro de los alcances del trabajo.

En el Anexo 2 al final del documento muestro parte de la presentación realizada con base al trabajo antes mencionado, en el cual se tratan los temas con una profundidad mayor.

- **Realización de survey de la National Association of Corrosion Engineers (NACE) para recibir propuesta de mejoras del control de corrosión en ductos**
- **Lectura de material del curso de “Corrosión y análisis de tiempo de vida remanente en ductos” de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C. V. (COMIMSA)**

### *Descripción*

- Con la finalidad de entender mejor los temas de corrosión necesarios para dar respuesta al survey de la National Association of Corrosion Engineers (NACE), estudié el curso de “Corrosión y análisis de vida remanente en ductos” más otros conceptos que pudieran resultar necesarios para dar respuesta de forma adecuada al survey.
- *Di respuesta al Survey de la National Association of Corrosion Engineers (NACE)* el cual tiene el propósito de evaluar la forma en que CENAGAS enfoca sus recursos económicos y humanos así como las acciones técnicas y administrativas para controlar y prevenir la corrosión. El Survey fue comentado una vez finalizado el Congreso Nacional de Corrosión 2016, con personal encargado de su creación, organizadores del evento, General manager de la NACE, representantes del continente Americano, el Titular de la Unidad de Transporte y Almacenamiento, el Actuario Juan Enrique González Azuara y el Ing. Emilio David Abreu Fernández, Coordinador de las estaciones de compresión.

### *Relación/análisis*

- Estas dos tareas realizadas son de suma importancia tomando en cuenta que la corrosión es el factor de riesgo más importante y común en los gasoductos, actualmente se gastan decenas de millones cada año para controlarla y se siguen realizando investigaciones para poder reducirla y conocer los factores que la aceleran, por ejemplo las implicaciones que las tormentas solares tienen sobre los ductos enterrados.
- Estas actividades me permitieron obtener los conocimientos básicos en torno a la corrosión en ductos y como evitarla. Derivado de esto en el

apartado de actividades complementarias en la asistencia al Congreso de Rosen de México S.A. de C.V. y National Association of Corrosion Engineers (NACE) en el mes de diciembre, en el World Trade Center de la Ciudad de México pude ver los productos más actualizados para controlarla.

En el Anexo 3 se muestra el promedio de las respuestas dadas por empresas dedicadas al ramo petrolero y de gas natral a nivel mundial, por lo cual puede ser de gran utilidad para comparar mundialmente a una empresa, para este caso el CENAGAS. Entre las conclusiones que se obtuvieron fue que administrativamente se está tratando de una manera adecuada la corrosión, y en la práctica la empresa encargada de realizar tales actividades (en este caso PEMEX) lo hace de una manera de calidad mundial aunque para ambos casos aún hay diversas áreas de oportunidad, la mayoría de ellas dependen de realizar una inversión para actualizar los equipos o adquirir los faltantes.

- **Realización de CEN-UTA-GGO-001 Guía para elaborar documentos normativos**
- **Realización de CEN-UTA-GGO-002 Guía para la comunicación de accidentes**
- **Realización de CEN-UTA-GGO-003 Guía para análisis causas raíz de accidentes**
- **Realización de CEN-UTA-PGO-001 Procedimiento para el análisis y reporte de incidentes y accidentes**
- **Realización de CEN-UTA-RGO-001 Reglamento de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental para contratistas y proveedores**

### *Descripción*

- Durante la elaboración de las bases técnicas de diversos contratos se requería contar con algunos documentos, los cuales aún no existían debido a que las áreas encargadas de realizarlos aún no eran creadas o estaban creándose, por tal motivo realicé una serie de documentos, cabe mencionar que las versiones definitivas serían hechas y registradas por cada una de las áreas correspondientes.

- El primer documento que elaboré fue *CEN-UTA-GGO-001 Guía para elaborar documentos normativos*, debido a la ausencia de un documento para homogenizar la elaboración de documentos normativos, en este punto se puede observar la necesidad de contar con los distintos tipos de documentos ya sean reglamentos, lineamientos, guías o procedimientos. Se elaboró precisando la carátula y contenido dependiendo del tipo de documento que se trate, la clasificación, el formato de las hojas, márgenes, tablas, el tamaño y tipo de fuente para elaborar los documentos, la forma de evaluarlos antes de su aprobación y registro, etc. La elaboración de la guía fue realizada por orden, comentarios y observaciones del Ing. Francisco López Contreras, Director Ejecutivo de Mantenimiento y Seguridad.
- Para el caso del área de seguridad, los documentos que se crearon fueron:
  - *Realización de CEN-UTA-GGO-002 Guía para la comunicación de accidentes*
  - *Realización de CEN-UTA-GGO-003 Guía para análisis causas raíz de accidentes*
  - *Realización de CEN-UTA-PGO-001 Procedimiento para el análisis y reporte de incidentes y accidentes*
  - *Realización de CEN-UTA-RGO-001 Reglamento de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental para contratistas y proveedores.*
- Estos documentos son parte esencial en un sistema de seguridad de cualquier empresa o institución que realice actividades de alto riesgo, como es el caso de CENAGAS, en el momento de la realización de tales documentos no había nada realizado por el CENAGAS relacionado a documentos que fueran reglamentos, procedimientos o guías para la seguridad.
- En todo momento busqué que los documentos creados, fueran de fácil difusión, por lo cual se realizó una versión resumida de una hoja para pronta referencia con el objetivo de que fuera información práctica y accesible, aprovechando el curso de Mapping (curso para síntesis de información de manera efectiva) al que se asistí durante dos semanas dentro de las instalaciones del CENAGAS.

A continuación, se pueden ver los documentos que generé para su difusión del contenido, con el orden que se muestra en la siguiente lista.

Los documentos mostrados a continuación se pueden ver en el siguiente orden:

- a) Realización de CEN-UTA-GGO-001 Guía Para Elaborar Documentos Normativos
- b) Realización de CEN-UTA-GGO-002 Guía Para La Comunicación De Accidentes
- c) Realización de CEN-UTA-GGO-003 Guía Para Análisis Causas Raíz De Accidentes
- d) Realización de CEN-UTA-PGO-001 Procedimiento Para El Análisis Y Reporte De Incidentes Y Accidentes
- e) Realización de CEN-UTA-RGO-001 Reglamento De Seguridad, Salud En El Trabajo Y Protección Ambiental Para Contratistas Y Proveedores

|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <h2>GUÍA PARA ELABORAR DOCUMENTOS NORMATIVOS</h2>                        | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-GGO-001</p> <p><b>Emisión:</b> junio de 2016</p>   |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
|---|--|--|--|---|--|---|---------|---|---|--|----------------------|---|---|---|--------|---|---|--|----------|---|---|---|----------------------|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|--|---|---|--|--|---|---|---|------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|-----------------------------|---|---|--|---------------------------------|---|---|---|----------------------|---|---|---|--------|---|---|---|
| <p><b>Objetivo</b><br/>Establecer los lineamientos para elaborar, actualizar, revisar y aprobar los Documentos Normativos Operativos aplicables a actividades de los procesos en CENAGAS</p> <p><b>Aplicación y Alcance</b><br/>Aplicación general y obligatoria en los centros de trabajo e instalaciones, adscritos a las Unidades y Direcciones de CENAGAS en elaboración de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Normas</li> <li>b. Reglamentos</li> <li>c. Guías</li> <li>d. Disposiciones Administrativas</li> <li>e. Procedimientos Existentes / Manuales de Fabricante</li> <li>f. Registros</li> <li>g. Entrevistas</li> </ul> | <p>➤ Estructura del Contenido de Documentos Normativos Operativos</p>    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estructura del Contenido</th> <th>Manual, Guía o Reglamento</th> <th>Procedimiento</th> <th>Instructivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Portada</td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>Hoja de Autorización</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Índice</td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>Objetivo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Aplicación y Alcance</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Vigencia, Actualizaciones y Resguardo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Definiciones, Símbolos, Abreviaturas y Acrónimos</td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>Medidas de Seguridad, Salud y Protección Ambiental</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Desarrollo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Diagrama de Flujo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Responsabilidad y Autoridad</td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>Requerimiento / Marco Normativo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>Registros (Formatos)</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>ANEXOS</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> </tbody> </table> | Estructura del Contenido   | Manual, Guía o Reglamento                         | Procedimiento  | Instructivo   | Portada | X | X |  | Hoja de Autorización | X | X | X | Índice | X | X |  | Objetivo | X | X | X | Aplicación y Alcance | X | X | X | Vigencia, Actualizaciones y Resguardo | X | X | X | Definiciones, Símbolos, Abreviaturas y Acrónimos | X | X |  | Medidas de Seguridad, Salud y Protección Ambiental | X | X | X | Desarrollo | X | X | X | Diagrama de Flujo | X | X | X | Responsabilidad y Autoridad | X | X |  | Requerimiento / Marco Normativo | X | X | X | Registros (Formatos) | X | X | X | ANEXOS | X | X | X |
| Estructura del Contenido  | Manual, Guía o Reglamento  | Procedimiento  | Instructivo  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Portada   | X  | X  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Hoja de Autorización  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Índice  | X  | X  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Objetivo  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Aplicación y Alcance  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Vigencia, Actualizaciones y Resguardo   | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Definiciones, Símbolos, Abreviaturas y Acrónimos  | X  | X  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Medidas de Seguridad, Salud y Protección Ambiental  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Desarrollo  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Diagrama de Flujo   | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Responsabilidad y Autoridad   | X  | X  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Requerimiento / Marco Normativo   | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| Registros (Formatos)  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| ANEXOS  | X  | X  | X  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| <p>➤ Para su desarrollo, se debe considerar al menos lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Describir las actividades paso a paso, en forma clara y precisa, así como su secuencia de ejecución para cumplir con el objetivo.</li> <li>b. Utilizar un lenguaje técnico congruente y entendible para el personal que aplicará el documento.</li> <li>c. Indicar claramente los criterios de aceptación o rechazo.</li> <li>d. Indicar la documentación (registros) a generar, los equipos y materiales a utilizar.</li> </ul>   | <p>➤ Formato de Encabezado para Manuales y Procedimientos Operativos</p> | <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p> </td> <td rowspan="2" style="text-align: center;"> <h3>GUÍA PARA ELABORAR DOCUMENTOS NORMATIVOS</h3> </td> <td> <p>Clave: CEN-UTA-GGO-001</p> <p>Fecha de emisión: junio de 2016</p> <p>Revisión: 1</p> <p>Fecha de revisión: 21 de junio de 2016</p> <p>Próxima revisión: 21 de junio de 2018</p> <p>Página 3 de 82</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>Soberana Stars 9,</p> <p>Soberana Stars 12</p> <p>Soberana Stars 8 mayúsculas minúsculas, dígitos con negritas</p> </td> </tr> </table>  |  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p> | <h3>GUÍA PARA ELABORAR DOCUMENTOS NORMATIVOS</h3> | <p>Clave: CEN-UTA-GGO-001</p> <p>Fecha de emisión: junio de 2016</p> <p>Revisión: 1</p> <p>Fecha de revisión: 21 de junio de 2016</p> <p>Próxima revisión: 21 de junio de 2018</p> <p>Página 3 de 82</p> | <p>Soberana Stars 9,</p> <p>Soberana Stars 12</p> <p>Soberana Stars 8 mayúsculas minúsculas, dígitos con negritas</p> |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <h3>GUÍA PARA ELABORAR DOCUMENTOS NORMATIVOS</h3>                        | <p>Clave: CEN-UTA-GGO-001</p> <p>Fecha de emisión: junio de 2016</p> <p>Revisión: 1</p> <p>Fecha de revisión: 21 de junio de 2016</p> <p>Próxima revisión: 21 de junio de 2018</p> <p>Página 3 de 82</p>   |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
|   |  | <p>Soberana Stars 9,</p> <p>Soberana Stars 12</p> <p>Soberana Stars 8 mayúsculas minúsculas, dígitos con negritas</p>  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |
| <p>➤ Formato de portada para manuales y procedimientos operativos</p>   |  |  |  |   |  |   |         |   |   |  |                      |   |   |   |        |   |   |  |          |   |   |   |                      |   |   |   |                                       |   |   |   |  |   |   |  |  |   |   |   |            |   |   |   |                   |   |   |   |                             |   |   |  |                                 |   |   |   |                      |   |   |   |        |   |   |   |

**Especificación de márgenes**



e) Los últimos tres dígitos corresponden al número consecutivo del procedimiento o Instructivo 001

- i. Revisión. Indicar el Número de Revisión del Documento
- ii. Clasificación. Indicar el Nivel de Riesgo del Documento (mismo que el Semáforo)

➤ **Especificaciones para tablas y Dibujos**

Cuando sea necesario incluir tablas, éstas deben cumplir lo indicado a continuación:

| PARAMETRO            | VALOR     |
|----------------------|-----------|
| Espaciado anterior.  | 6 puntos. |
| Espaciado posterior. | 6 puntos. |
| Interlineado.        | Sección.  |

Se debe iniciar con concentración, repetir de sereno a la orden de aparición en el documento normativo. Se ordena con todo en Sobranza Sama E, en la parte superior de la tabla, centrado respecto de esta.

**Tabla 2.** Valores de los espaciados.

Sobranza Sama E  
para, angula, central, vertical y horizontal. Celda en color verde claro.

Sobranza Sama E  
para, central, vertical y horizontal. Celda en color amarillo claro.

➤ **Otros puntos importantes dentro de CEN-UTA-GGO-001**

➤ **Codificación de documentos normativos.**

- a) Asignar los tres primeros dígitos a la clave del Centro de Trabajo XXX
- b) Los dos o tres dígitos siguientes corresponden a la clave del Departamento XXX
- c) De ser necesario incluir de 3 a 5 dígitos más para indicar la dirección a la que pertenece
- d) Los siguientes dos o tres dígitos identifican el tipo de documento XXX

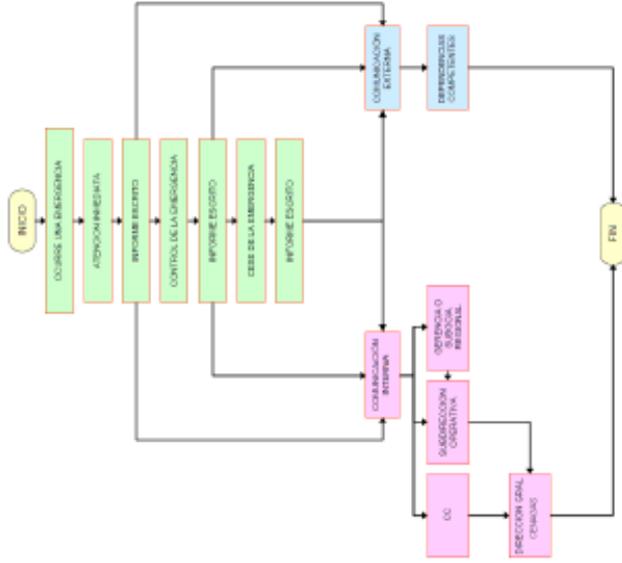
- Formato para el Desarrollo de Procedimientos Operativos
- Especificaciones de Portada y Firmas de Autorización para Manuales y Procedimientos Operativos
- Formato para elaborar Instructivo de Trabajo.
- Simbología para elaborar Diagrama de Flujo.
- Codificación de documentos normativos.
- Evaluación de la guía para elaborar y actualizar documentos normativos
- Formato para revisión y puesta a prueba del documento normativo, previo a declararlo disponible
- Cuestionario para la Evaluación del Conocimiento

|  |   |   |
|--|---|---|
|   | <h2>GUÍA PARA LA COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES</h2>  | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-GGO-002</p> <p><b>Emisión:</b> Agosto de 2016</p> |
| <p><b>Objetivo</b></p> <p>Establecer las acciones y los criterios a observar para comunicar a las Dependencias Competentes y a las autoridades del CENAGAS, sobre las emergencias que ocurran en los centros de trabajo con el propósito de mantenerlos informados de manera veraz y oportuna.</p> <p><b>Aplicación y Alcance</b></p> <p>Aplicación general y obligatoria en los centros de trabajo e instalaciones, adscritos a las Unidades y Direcciones de CENAGAS.</p> <p>El presente documento normativo aplica en los casos de ocurrencia de emergencias causadas por afectaciones a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajadores</li> <li>• Instalaciones</li> <li>• Asentamientos humanos</li> <li>• Medio Ambiente</li> <li>• Bienes de terceros</li> <li>• Medios de comunicación</li> <li>• Otros daños.</li> </ul> <p><b>Introducción</b></p> <p>El presente documento define los requerimientos mínimos de información a comunicar, el flujo de información, los requisitos de comunicación y evaluación del personal, los registros que deben generarse y las responsabilidades del personal y de las áreas involucradas.</p> | <p><b>Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Todas las emergencias que ocurran en el centro de trabajo, deben comunicarse a las autoridades de CENAGAS que se indican en el presente documento.</li> <li>➤ Todas las emergencias que se presenten, deben comunicarse a las Dependencias Competentes que defina la máxima autoridad del centro de trabajo.</li> <li>➤ CENAGAS Debe reportar y aplicar los protocolos de atención de incidentes, accidentes y emergencias que tenga establecidos con SENER, CRE, CNH y PROFEPA</li> <li>➤ CENAGAS debe reportar adicionalmente a la ASEA los eventos anormales, incidentes, accidentes y/o emergencias en materia de seguridad industrial y ambiental que se susciten en sus centros de trabajo o instalaciones</li> </ul> |   |

➤ Tipificación de las emergencias que deben comunicarse.

| Afectación a:          | Nivel de afectación   |
|------------------------|---|
| Trabajadores           | Lesiones a una o más personas que impliquen hospitalización.<br>Muerte de una o más personas.   |
| Instalaciones          | Evento como explosión, incendio, derrame, desfogue, inundación, imposibilidad de operar en la instalación debido a la acción de terceros y/o sismo, con o sin daños personales.<br>Pano total o parcial de las instalaciones por algún incidente o accidente.   |
| Asentamientos humanos  | Evento que afecte la salud o bienestar de uno o más personas en el entorno.   |
| Medio Ambiente         | Cualquier derrame, incendio, explosión, fuga de materiales tóxicos, explosivos, corrosivos, inflamables o biológicos con impacto perceptible fuera o dentro de las instalaciones que requieran acciones inmediatas para restablecer las condiciones originales del medio ambiente, aunque no impacten flora o fauna de la zona. |
| Bienes de terceros     | Cualquier afectación a los bienes y/o patrimonio de personas, comunidades o poblaciones derivado de las actividades u operaciones de la industria de los hidrocarburos.   |
| Medios de comunicación | Incidentes que puedan provocar cualquier reacción en los medios de comunicación.  |
| Otros daños            | Cualquier daño en materia de seguridad industrial y/o ambiental, revocado por terceros.   |

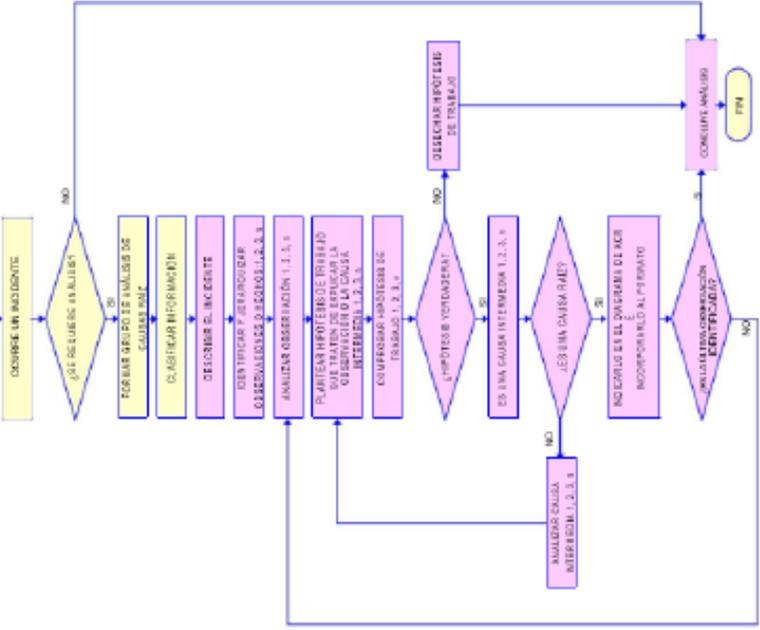
➤ Flujo de información en caso de emergencias



**Otros puntos importantes dentro de CEN-UTA-GGO-002**

**Fundamentos Legales**

- Responsabilidades
  - De la máxima autoridad del centro de trabajo.
  - Del notificador de emergencias.
  - De los Directores Ejecutivos.
- Informe de la ocurrencia de emergencias
- Formato de directorio para comunicar la ocurrencia de emergencias
- Evaluación de la "guía para la comunicación de accidentes"
- Para la designación del notificador de emergencias.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <h2>GUÍA PARA ANÁLISIS CAUSAS RAÍZ DE ACCIDENTES</h2>  | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-GGO-003<br/> <b>Emisión:</b> Septiembre de 2016</p> |
| <p><b>Objetivo</b></p> <p>Establecer los pasos a seguir para identificar las causas raíz de los incidentes, con el propósito de implementar acciones tendientes a prevenir su recurrencia.</p>  | <p><b>Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diagrama de análisis de causa raíz</li> </ul>  |   |
| <p><b>Aplicación y Alcance</b></p> <p>Las disposiciones contenidas en el presente documento normativo, son de aplicación general y de observancia obligatoria en todos los centros de trabajo de CENAGAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La presente guía debe aplicarse en los casos siguientes:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1 En el análisis de los incidentes que ocurran en los centros de trabajo del CENAGAS, incluyendo aquellos en los que se involucre personal o instalaciones de contratistas.</li> <li>2 En el análisis de los incidentes que ocurran a vehículos propiedad de CENAGAS.</li> <li>3 En el análisis de los incidentes que ocurran en áreas compartidas, en las que se localicen instalaciones de diferentes áreas de CENAGAS, o de éste y otros Organismos.</li> </ol> </li> <li>➤ La presente guía establece los criterios para definir             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Los incidentes que deben analizarse y para formar el grupo de análisis respectivo</li> <li>○ Establece los requerimientos de información, el método a seguir para identificar las causas raíz, las responsabilidades del personal involucrado</li> <li>○ Los requisitos de comunicación y evaluación del personal y los registros que deben generarse.</li> </ul> </li> </ul> |  <p>The flowchart details the following steps: 1. ¿OCURRIÓ UN INCIDENTE? (SI) → 2. FORMAR GRUPO DE ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ → 3. CLASIFICAR INFORMACIÓN → 4. DISEÑAR P. INCIDENTE → 5. IDENTIFICAR Y RECONSTRUIR LOS HECHOS DEL SUceso (1.2.3.3.) → 6. ANALIZAR OBSERVACIÓN (1.2.3.3.) → 7. PLANEAR HECHOS DE TRABAJO QUE TRATAN DE ENFOCAR LA OBSERVACIÓN O LA CAUSA INTERVENIR (1.2.3.3.) → 8. COMPROBAR POSTERIOR DE TRABAJO (1.2.3.3.) → 9. ¿HECHOS O VOTACIONES? → 10. ¿ES UNA CAUSA INTERVENIR (1.2.3.3.)? → 11. ¿ES UNA CAUSA RAÍZ? → 12. ¿ADECUA EL EL DIAGRAMA DE ACCIDENTES AL PERSONO INCORPORARLO AL PERSONO? → 13. ¿ANÁLISIS DE OBSERVACIÓN IDENTIFICADO? (SI) → 14. CONCLUIR ANÁLISIS (FIN) (NO) → 15. ANALIZAR CAUSA INTERVENIR (1.2.3.3.) → 16. DESARROLLAR REPORTES DE TRABAJO → 17. CONCLUIR ANÁLISIS (FIN)</p> |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De los incidentes que deben analizarse.</li> </ul>   |  |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <h2>GUÍA PARA ANÁLISIS CAUSAS RAÍZ DE ACCIDENTES</h2>   | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-GGO-003</p> <p><b>Emisión:</b> Septiembre de 2016</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Afectación a Trabajadores.</b>– Lesiones a una o más personas que impliquen hospitalización. Muerte de una o más personas</li> <li>o <b>Afectación a Instalaciones.</b>– Evento como explosión, incendio, derrame, desfogue, inundación, imposibilidad de operar en la instalación debido a la acción de terceros y/o sismo, con o sin daños personales. Paro total o parcial de las instalaciones por algún incidente o accidente.</li> <li>o <b>Afectación a Asentamientos humanos.</b>– Evento que afecte la salud o bienestar de uno o más personas en el entorno.</li> <li>o <b>Afectación a Medio Ambiente.</b>– Cualquier derrame, incendio, explosión, fuga de materiales tóxicos, explosivos, corrosivos, inflamables o biológicos con impacto perceptible fuera o dentro de las instalaciones que requieran acciones inmediatas para restablecer las condiciones originales del medio ambiente, aunque no impacten flora o fauna de la zona.</li> <li>o <b>Afectación a Bienes de terceros.</b>– Cualquier afectación a los bienes y/o patrimonio de personas, comunidades o poblaciones derivado de las actividades u operaciones de la industria de los hidrocarburos.</li> <li>o <b>Afectación a Medios de comunicación.</b>– Incidentes que puedan provocar cualquier reacción en los medios de comunicación.</li> </ul> <p>➤ Responsabilidades de:</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• De la Máxima Autoridad del Centro de Trabajo.</li> <li>• Del líder del equipo de análisis de causas raíz.</li> <li>• De los responsables de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente.</li> <li>• Del responsable operativo.</li> <li>• Del responsable de mantenimiento</li> <li>• Del responsable de capacitación</li> </ul> <p>➤ El método de análisis de causas raíz debe observar la secuencia siguiente:</p> <p>Paso 1. Describir el incidente.</p> <p>Paso 2. Identificar observaciones o hechos.</p> <p>Paso 3. Plantear hipótesis de trabajo.</p> <p>Paso 4. Comprobar hipótesis de trabajo.</p> <p>Paso 5. Continuar el planteamiento y comprobación de hipótesis.</p> <p>Paso 6. Identificar causas raíz.</p> <p>Paso 7. Continuar análisis de observaciones.</p> <p><b>Otros puntos importantes dentro de CEN-UTA-GGO-003</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación del equipo de análisis de causas raíz.</li> <li>• Clasificación de la información</li> <li>• Registros que deben elaborarse</li> <li>• Capacitación del personal.</li> <li>• Método de análisis de causas raíz (ACR).</li> <li>o Formato CEN-UTA-GGO-003.F-01 "Diagrama del análisis de causas raíz".</li> <li>o Formato CEN-UTA-GGO-003.F-02 "Control de la comprobación de hipótesis de trabajo".</li> <li>o Formato CEN-UTA-GGO-003.F-03 "Evaluación de la guía para el análisis de causas raíz de incidentes"</li> </ul> |   |

d) Realización de CEN-UTA-PGO-001 Procedimiento Para El Análisis Y Reporte De Incidentes Y Accidentes

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <p><b>PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y REPORTE DE INCIDENTES Y ACCIDENTES</b></p>   | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-PGO-001<br/><b>Emisión:</b> Septiembre de 2016</p> |
| <p><b>Objetivo</b></p> <p>Establecer los requerimientos generales que deben observarse para analizar y reportar los incidentes que ocurran en las instalaciones del CENAGAS, con el propósito de identificar sus causas raíz, implementar acciones tendientes a prevenir su recurrencia y comunicar las lecciones aprendidas.</p>   | <p>personal involucrado en la atención y cumplimiento de las recomendaciones.</p>   |  |
| <p><b>Aplicación y Alcance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las disposiciones contenidas en el presente documento normativo, son de aplicación general y de observancia obligatoria en todos los centros de trabajo del CENAGAS</li> <li>➤ El presente documento normativo aplica en los casos siguientes:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• A los incidentes que ocurran en los centros de trabajo del CENAGAS.</li> <li>• A los incidentes que ocurran a vehículos y embarcaciones propiedad de CENAGAS.</li> <li>• A los incidentes que ocurran en áreas compartidas, o en los que se involucre personal o instalaciones de contratistas.</li> </ul> </li> <li>➤ El presente documento normativo establece el desarrollo del análisis de incidentes, incluyendo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• La recopilación de información;</li> <li>• La identificación de las causas raíz;</li> <li>• La emisión y control de recomendaciones;</li> <li>• La definición y difusión de lecciones aprendidas;</li> <li>• El control estadístico;</li> <li>• Los requerimientos de comunicación con áreas administrativas;</li> <li>• Los requisitos de comunicación y evaluación del personal; los registros que deben generarse y las responsabilidades del</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desarrollo del análisis y reporte de incidentes             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención y comunicación del incidente.</li> <li>• Colocación de barreras de seguridad.</li> <li>• Atención de trabajadores lesionados.</li> <li>• Recuperación de daños</li> <li>• Análisis de los incidentes.</li> <li>• Formación del grupo multidisciplinario de análisis de incidentes.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criterios para designar al líder del análisis de incidentes.</li> </ul> </li> <li>• Planeación del análisis de incidentes</li> <li>• Recopilación de información.</li> <li>• Identificación de las causas raíz.</li> <li>• Emisión de recomendaciones.</li> <li>• Elaboración del informe de análisis de incidentes.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clave alfa-numérica para la identificación de incidentes.</li> </ul> </li> <li>• Control y seguimiento de las recomendaciones.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clave alfa-numérica para la identificación de recomendaciones.</li> </ul> </li> <li>• Comunicación, difusión y lecciones aprendidas.</li> <li>• Registros y la captura informática de los incidentes.</li> <li>• Estadística de incidentes.</li> <li>• Capacitación del personal.</li> <li>• La vigilancia.</li> </ul> </li> <li>➤ Diagrama del proceso de análisis de incidentes.</li> </ul> |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p>Unidad de Transporte y Almacenamiento</p>  | <p align="center"><b>REGLAMENTO DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA CONTRATISTAS Y PROVEEDORES DE CENAGAS</b></p> | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-RGO-001</p> <p><b>Emisión:</b> Septiembre de 2016</p> |
| <p><b>Objetivo</b></p> <p>Establecer los requisitos y reglas de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental, que deben cumplir los proveedores y contratistas que proporcionan obras, bienes o servicios en las instalaciones de CENAGAS, con el propósito de prevenir la ocurrencia de incidentes que afecten la integridad de trabajadores, instalaciones, medio ambiente o terceros.</p> <p><b>Aplicación y Alcance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las disposiciones contenidas en el presente reglamento, son de aplicación general y observancia obligatoria en todos los centros de trabajo de CENAGAS, en donde se realicen actividades por parte de contratistas o de proveedores.</li> <li>➤ El presente reglamento define: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Las responsabilidades y obligaciones de los contratistas y proveedores que proporcionan servicios de construcción, mantenimiento, reparación, modificación y desmantelamiento; así como, de suministro de bienes y servicios en las instalaciones de CENAGAS.</li> <li>○ Los requerimientos mínimos que se deben establecer como parte de las bases de licitación en materia de seguridad industrial, salud en el trabajo y protección ambiental.</li> <li>○ Los mecanismos de supervisión y control correspondientes.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De las medidas preventivas generales <ul style="list-style-type: none"> <li>-Del contratista o proveedor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instruir a su personal acerca del contenido y cumplimiento de las medidas de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental dispuestos en este Reglamento.</li> <li>• Contar en el sitio como mínimo con un supervisor de seguridad, salud y protección ambiental hasta por cada 50 trabajadores.</li> <li>• Observar las disposiciones de orden y limpieza, con el objeto de mantener en óptimas condiciones el lugar de trabajo.</li> <li>• Cumplir con todas las disposiciones legales vigentes (Federales, Estatales, Municipales y los Tratados)</li> <li>• Instruir a todo su personal para que en caso de suscitarse una emergencia en el área de trabajo o en sus proximidades, suspendan los trabajos y sigan estrictamente las instrucciones del personal de CENAGAS.</li> <li>• Elaborar un plan de respuesta a emergencias específico y de acuerdo a los riesgos propios de los trabajos contratados, mismo que debe ser entregado a la máxima autoridad del centro de trabajo o residente de obra de CENAGAS.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>➤ De las reglas de seguridad.</li> </ul> |   |   |

e) Realización de CEN-UTA-RGO-001 Reglamento De Seguridad, Salud En El Trabajo Y Protección Ambiental Para Contratistas Y Proveedores

|  |   |  |
|--|---|--|
|   | <p align="center"><b>REGLAMENTO DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA CONTRATISTAS Y PROVEEDORES DE CENAGAS</b></p> | <p><b>Código:</b> CEN-UTA-RGO-001<br/><b>Emisión:</b> Septiembre de 2016</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• De la capacitación y entrenamiento.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trabajos con riesgo:</li> <li>○ Respuesta a emergencias y simulacros.</li> <li>○ Seguridad Industrial Seguridad Operativa y Protección al Medio al Ambiente (S3S)</li> </ul> </li> <li>• De los vehículos.</li> <li>• Del acceso a las instalaciones.</li> <li>• Del equipo de protección personal</li> <li>• De las instalaciones del contratista o proveedor.</li> <li>• Del permiso y minuta de trabajo.</li> <li>• De la intervención en los equipos o instalaciones</li> <li>• De la protección contra incendio.</li> <li>• De las instalaciones eléctricas.</li> <li>• De la suspensión de trabajos.</li> <li>• Del transporte y manejo de materiales peligrosos.</li> <li>• De los servicios de rayos X Y radiografiado con materiales radiactivos.</li> <li>• De los incidentes en las instalaciones</li> <li>• De la salud en el trabajo.</li> <li>• De la protección ambiental.</li> <li>• Del supervisor de seguridad del contratista o proveedor.</li> <li>• Del soporte documental.</li> </ul> <p>➤ Obligaciones y responsabilidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Del Organismo CENAGAS.</li> </ul> <hr/> <p align="center"><b>Otros puntos importantes dentro de CEN-UTA-RGO-003</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato: CEN-UTA-RGO-001.F-01 "Evaluación de la aplicación del "Reglamento de seguridad, salud y protección ambiental para contratistas".</li> </ul> <hr/> <p><b>Información complementaria.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REGLAMENTO Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.<br/><a href="http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&amp;fecha=13/11/2014">http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&amp;fecha=13/11/2014</a></li> <li>• NORMA Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012<br/><a href="http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267079&amp;fecha=06/09/2012">http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267079&amp;fecha=06/09/2012</a></li> </ul> |   |  |

- **Realización de CEN-UTA-MGO-001 Manual de taxonomía para estructura de ubicaciones técnicas y equipos**
- **Realización de CEN-UTA-PGO-002 Procedimiento para ejecución y cumplimiento del programa de mantenimiento predictivo y preventivo de ductos en el módulo PM del SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos)**

- Los dos documentos los trabajé como apoyo al Ing. Jesús Adriel Ávila Tordecillas, Coordinador de mantenimiento. El primer documento lo realicé debido a la implantación del proyecto interno de gestión de activos y control de mantenimiento, (Government Resource Planning, GRP) y la necesidad de homogenizar la información que se ingresó al sistema.
- El segundo documento fue necesario, para plasmar en un manual la forma en la que se estructuró la información en el SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos), el cual es el programa mediante el cual se va a administrar la información de los activos. Actualmente se encuentra en el proceso de implantación y se concluirá a mediados del año 2017, el contenido de estos documentos ya estaba iniciado, por lo que ayudé a complementar y mejorar dicho Manual y Procedimiento.

#### *Relación/análisis*

- Esta serie de actividades son muestra del estado en que se encontraba el organismo para el tiempo de prestación del servicio social, pues antes de realizar los documentos se requirió realizar una Guía para la elaboración de documentos Normativos lo cual nos indica que no se había realizado algún documento como tal. Actualmente se utilizan los formatos propuestos, con algunas modificaciones, y los documentos definitivos son muy parecidos a los propuestos por lo que se puede observar que se realizó un trabajo de calidad.
- Los documentos fueron oficializados, más adelante por parte del área correspondiente, debido a que, la Dirección Ejecutiva Adjunta de

Seguridad fue creada para el último mes del servicio social y entre sus responsabilidades son la realización y registro de los documentos de seguridad. La realización de la presente actividad sirvió para adquirir conocimientos en la elaboración de documentos y en cada uno de los temas, debido a que fue necesaria una investigación antes de elaborar cada documento. Este conjunto de actividades es una de las que más recursos de tiempo consumió durante la prestación del servicio social.

Para el caso de los documentos para la implantación del proyecto interno de gestión de activos y control de mantenimiento, (Government Resource Planning, GRP), no realicé el resumen de difusión pues estos eran únicamente para el desarrollo del proyecto y no para uno general del CENAGAS.

### **Actividades complementarias**

➤ **Lectura de la *Política Pública para la Implementación del Mercado de gas natural* y de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural (4)**

#### *Descripción*

- Lectura de los documentos oficiales actualizados en materia del mercado del gas natural: *Política Pública para la Implementación del Mercado de gas natural* y de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010. El primer documento es de suma importancia para entender los cambios legales que se han generado en torno al gas natural en el último sexenio. El segundo es importante para entender las características que debe tener el gas natural que se transporta y comercializa en México.

A continuación, muestro una serie de imágenes tomada del documento *Política Pública para la Implementación del Mercado de gas natural*, en la cual se resume de manera sencilla los cambios más importantes, impulsados por las reformas políticas que ha sufrido el sector hidrocarburos en México.

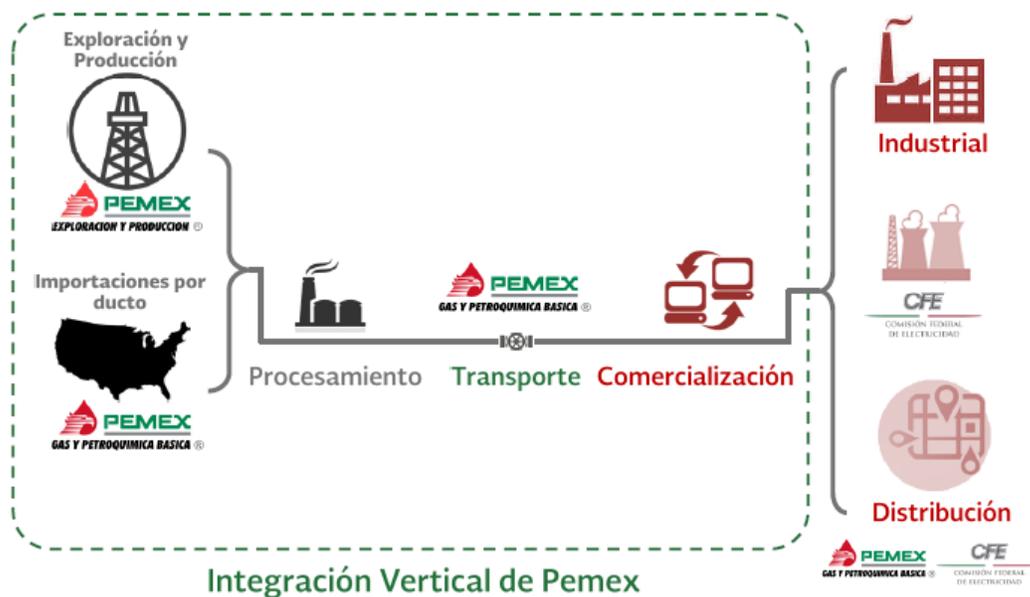


Figura 7.- Organización Industrial antes de la reforma de 1995

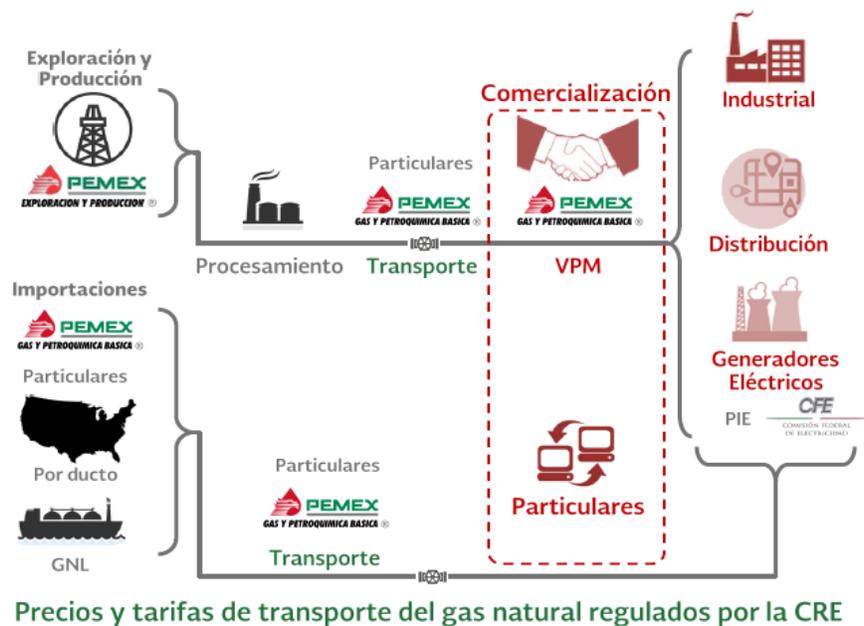
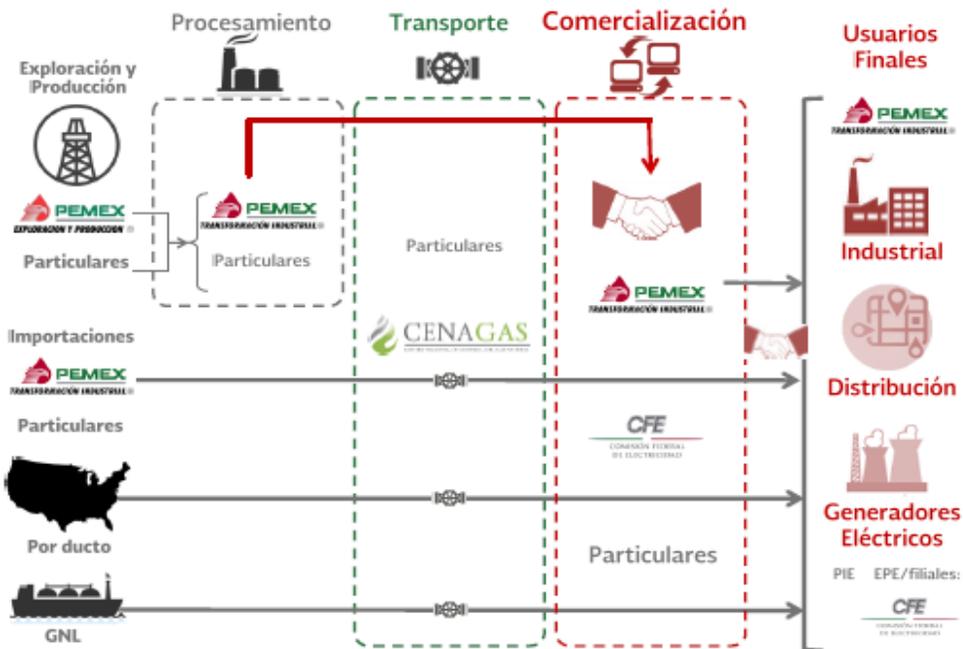


Figura 8.- Organización Industrial con la implementación de la reforma de 1995



Fuente: SENER.

Figura 9.- Organización industrial con la Reforma de 2013 (2)

### Relación/análisis

- Para un buen desempeño en las labores realizadas durante la prestación del servicio, me di a la tarea de leer la *Política Pública para la Implementación del Mercado de gas natural*, la *NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural* y la *NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural*. La primera por su importancia para entender los cambios en la organización energética industrial y en el caso de las normas porque se utilizaron en diversas ocasiones como fundamento en la creación de los programas de mantenimiento en los que participé, por lo que son un referente importante para los temas del gas natural en México y en caso de cualquier incumplimiento por desconocimiento de tales normas, se pueden aplicar penas al transportista.

- **Webinar Emerson: Amenazas comunes a la integridad del ducto: Erosión y Corrosión.**
- **Webinar Emerson: Amenazas comunes a la integridad del ducto: Detección de fugas.**

#### *Descripción*

- Tomé dos cursos Webinars de la empresa Emerson de México los cuales fueron ofrecidos a CENAGAS debido a la colaboración entre las dos empresas, son cursos de información básica para el mantenimiento de ductos, durante dicha presentación se realizan algunas preguntas de manera diferida a modo de encuesta, posteriormente durante el mismo Webinar se mostraron los resultados de la encuesta y se comentaron los resultados observados, por último se dio información de los últimos avances tecnológicos con los que se cuenta para dichos temas.

#### *Relación/análisis*

- Los Webinars me sirvieron para estar actualizado y ampliar mis conocimientos en los temas de erosión, corrosión y detección de fugas, también para comparar la forma en la que se atienden tales temas en México, me permitió observar que la mayoría de los procesos se realizan de manera correcta y poder detectar las áreas de oportunidad

- **Reuniones con distintas empresas para la presentación de propuestas, productos o servicios.**

#### *Descripción*

- Participación en las sesiones informativas en las que distintas empresas ofrecen sus productos y servicios al CENAGAS. Las reuniones en su mayoría consistieron en una presentación breve de las empresas, los temas fueron variados, desde asesoría, ingeniería, planeación, mantenimiento, refacciones, maquinaria, análisis de riesgo, seguridad, operación y software, hasta implementación de Sistemas de Información Geográfica( GIS, por sus siglas en inglés).

#### *Relación/análisis*

- Tales reuniones fueron de gran utilidad para conocer una variada gama de productos y servicios relacionados con el transporte de gas natural y de igual forma poder comparar y estar al tanto de cómo es que se encuentran otras organizaciones que se dedican al transporte de los hidrocarburos, debido a que en cada presentación las empresas muestran sus trabajos más representativos con distintas empresas, lo cual otorga un panorama más amplio del estado de otros transportistas y de cómo llevan a cabo el mantenimiento.

➤ **Reunión con la empresa Sealweld Corporation y visita de campo al sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México para conocer la propuesta de la empresa canadiense.**

*Descripción*

- Reunión para presentación de productos y servicios de la empresa canadiense Sealweld Corporation, dedicada a la capacitación especializada para personal de mantenimiento y operación de los ductos y válvulas, así como a la venta de productos consumibles para su mantenimiento, con asistencia a campo en las instalaciones del sector de ductos Venta de Carpio, Estado de México con la finalidad de evaluar las necesidades del CENAGAS en torno a los productos y servicios ofrecidos por la empresa, poniendo especial atención en los sellantes, graseras, grasas y lubricantes. Las personas con las que asistí al lugar son: Ing. Jesús Adriel Avila Tordecillas, Coordinador de Mantenimiento de CENAGAS, personal de Pemex Logística y de la empresa Sealweld.

*Relación/análisis*

- Profundizar conocimientos en casos prácticos, y problemas previamente resueltos, por gente con vasta experiencia en los temas, y comprender lo importante que es el correcto sellado, lubricación, engrase y operación de las válvulas.

- Conocer las mejores prácticas del Medio Oriente, Canadá y Estados Unidos con relación a todos los temas de mantenimiento y consumible antes mencionados en esta actividad. La visita por esta empresa la separé de las visitas mencionadas en la actividad anterior debido a que en este caso se tuvieron al menos tres encuentros con dicha empresa para tratar distintos temas y una visita a campo.

A continuación, muestro la propuesta realizada por la empresa de acuerdo al área de oportunidad que se pudo observar para desarrollar una opción de negocio con el CENAGAS, dicha propuesta se nos hizo llegar aproximadamente un mes después de la visita a las instalaciones



**SEALWELD CORPORATION**  
 Suite 106, 4116 – 64 Ave SE  
 Calgary, AB T2C 2B3  
**T** 403.236.0043 **F** 403.236.5487  
**TOLL FREE** 1.800.661.8465  
 Calgary \ Houston \ Sharjah \ Abu Dhabi  
**WWW.SEALWELD.COM**

**SEALWELD VISIT REPORT TO  
 CENAGAS  
 MEXICO CITY**

On July 15<sup>th</sup>, 2016 Valve Expert Joe Pirkel and Business Development Manager Norah Pierdant from Sealweld Corporation where invited by Cenagas to visit their main offices in Mexico City, followed by site visit in order to perform a visual assessment to a PEMEX valve station.

From Cenagas:

- Enrique González
- Eliu Rojas
- Felipe Villarreal
- Jesús Avila
- Amilcar Saavedra
- Felipe Miranda

After Sealweld’s presentation, we visited one of three valve stations along the 56 Km. long gas line, where a 36” main gas line gate valve, plus two 12” mainline crossover valves operate powered by a manual gear box class 600 area located. The station is located in State of Mexico – Venta de Carpio, aprox. 2 hrs from Mexico City (UT-DUC-TR-GSD-D0007-TRM01-VS078), where we met with Joel Rodriguez (PEMEX - Maintenance).



NOTE: The nature of Sealweld’s visit was based on providing a VISUAL ASSESSMENT ONLY, where NO action was performed in order to check valves’ integrity, or if any of the valves on site were able to perform as designed.

Valve Expert Joe Pirkel, supported by Norah Pierdant concluded during their visit that:

**REPORTE DE VISITA A  
 CENAGAS  
 CIUDAD DE MEXICO**

En Julio 15, 2016 el Experto en Válvulas Joe Pirkel y la Gerente de Desarrollo de Negocios Norah Pierdant, de la Empresa Sealweld Corporation fueron invitados por Cenagas a visitar sus oficinas centrales en Ciudad de México, seguido de una visita de campo, con el fin se realizar una evaluación visual a una estación de válvulas.

De parte de Cenagas:

- Enrique González
- Eliu Rojas
- Felipe Villarreal
- Jesús Avila
- Amilcar Saavedra
- Felipe Miranda

Después de la presentación de Sealweld, hemos visitado una de las tres estaciones de válvulas a lo largo de los 56 Km. del gasoducto, donde se encuentran una válvula de compuerta de la línea principal de 36”, mas dos válvulas de cruce de la línea principal de 12”, alimentadas de una caja de engranes manual clase 600. La estación está localizada en el Estado de México - Venta de Carpio, aproximadamente 2 hrs. de la Ciudad de México (UT-DUC-TR-GSD-D0007-TRM01-VS078), donde hemos encontrado al señor Joel Rodriguez (PEMEX – Mantenimiento).

NOTA: La naturaleza de la visita de Sealweld, fué basada en brindar una EVALUACION VISUAL SOLAMENTE, donde NO se realizó ninguna acción con la finalidad de checar la integridad de las válvulas, o si las válvulas funcionaban tal como han sido diseñadas.

El experto en válvulas, apoyado por Norah Pierdant concluyeron durante la visita que:

|  |   |
|--|---|
| <p>- No indication of leaks during visual inspection (no audible leaks as well)</p> <p>- No severe corrosion was noticed from the position where we were observing</p> <p>- No operating torque was checked, as no operation of valve cycling was performed</p> <p>- Despite new Cenagas' instructions of keeping an annual maintenance program, PEMEX personnel still continue with servicing the site 2 (twice) a year. All parts are dismantled and greased with local brands Flussell or Oso. The entire facility is re-painted, and valves are cycled after. However the decision of PEMEX of maintaining a biannual service schedule is due to due to low quality of local greases/lubricants, which apparently are too light (liquid) and it leaks out.</p> <p><u>Recommendation:</u><br/>The use of better quality materials during valve maintenance would support Cenagas' initiative to keeping an annual service. Would also avoid the dismantling of the valve itself, saving time and money.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• For <u>new</u> and <u>non-critical</u> valves, Valve Cleaner Plus can be injected, this material will help to remove any built up accumulated inside the valve.</li> <li>• For <u>critical</u> valves presenting leaks, Total- Lube 911, followed if leak persist with sealant #5050</li> <li>• For stem leaks on mainline gate valve, the use of Slick Sticks</li> </ul>  <p>- On the 36" main line gate valve stem cover does not has a visual indicator of open or close position.</p> <p><u>Recommendation:</u><br/>To remove stem cover and visually inspect stem travel, when applicable, valve should be fully operated open to close, and number of turns on the hand wheel should be noted to also verify full travel (eg. 300 turns to close valve, be sure no impurities seat at the valve bottom that interfere with closing the valve).</p> <p>Due to valve designed being a slab gate, when applicable, seat injection with Valve Cleaner Plus is recommended when valve can be fully operated to soften the buildup debris in seat and gate contact surfaces. The softened buildup will be wiped away during operation of the valve.</p> <p><u>NOTE:</u> Mr. Joel Rodriguez, from PEMEX explained us that the valve cavity is drained once</p> | <p>- No hubo indicación de fugas durante la inspección visual (no se escucharon fugas tampoco)</p> <p>- No se notó corrosión severa desde la posición donde estábamos observando</p> <p>- No se checó la operación del torque, ya que no se realizó operación de ciclado de la válvula</p> <p>- A pesar de las nuevas instrucciones de Cenagas de mantener de un programa de mantenimiento anual, el personal de PEMEX aún continúan con el mantenimiento del sitio 2 (dos veces) al año. Todas las piezas se desmontan y son engrasadas con marcas locales Flussell u Oso. Toda la instalación se pinta nuevamente, y las válvulas se ciclan después. Sin embargo, la decisión de mantener un programa de mantenimiento semestral es debido a debido a la baja calidad de las grasas/lubricantes locales, que al parecer son demasiado ligeros (líquidas) y se escurre.</p> <p><u>Recomendación:</u><br/>El uso de materiales de mejor calidad durante el mantenimiento de la válvula apoyaría la iniciativa Cenagas de mantener un servicio anual. También evitaría el desmantelamiento de la propia válvula, ahorrando tiempo y dinero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para las válvulas <u>nuevas</u> y <u>no críticas</u>, Valve Cleaner Plus puede ser inyectado, este material ayudará a eliminar cualquier acumulado de basura en el interior de la válvula.</li> <li>• Para las válvulas <u>críticas</u> que presentan fugas, Total- Lube 911, seguido con sellador # 5050 si la fuga persistiera</li> <li>• Para fugas en el vástago de la válvula de compuerta, el uso de Slick Sticks</li> </ul> <p>- La tapa del vástago en la válvula de compuerta de la línea principal de 36" no tiene un indicador visual de posición abierta o cerrada.</p> <p><u>Recomendación:</u><br/>Retirar la tapa del vástago y visualmente inspeccionar el viaje del vástago, cuando sea necesario, la válvula debe estar operando completamente de abierta a cerrada, y el número de vueltas en el volante debe tenerse en cuenta para verificar también el recorrido completo (por ejemplo. 300 vueltas para cerrar la válvula, asegúrese que no hay impurezas en la parte inferior de la válvula que interfiera con el cierre de la válvula).</p> <p>Debido al diseño la válvula de doble bloqueo, cuando sea necesario, la inyección de Valve Cleaner Plus es recomendada en los asientos cuando la válvula puede ser completamente operada para ablandar los restos de acumulación en las superficies del asiento y la</p> |
|--|---|

a year. Since our task was just to asses, we were unable to blow down gate valve cavity to test double block & bleed feature, and to inspect on the valve cavity to confirm integrity of valve sealing system.



- On the 12" second plug valve, the plug adjustment bolt cover was threaded half way, which indicates that someone may have tampered the screw adjustment at some point in the past. Valve operating torque could not be checked during this assessment.



- During visual inspection a damaged fitting was spotted in one of 12" mainline crossover valves. Since no operation was performed we were unable to confirm if fitting was functioning as designed (able/unable to lubricate valve).

**Recommendation:**

During service, and at the proper time when valve can be isolated, replace fitting. Until the fitting can be replaced, can be used a Leak-Lock adaptor if the fitting is not functioning as designed.



compuerta. La acumulación de residuos ablandada será expulsada hacia afuera durante la operación de la válvula.

**NOTA:** El Sr. Joel Rodríguez, de PEMEX nos explicó Que la cavidad de la válvula se drena una vez al año. Dado que nuestra tarea era sólo para evaluar, no fue posible realizar un drenado de la cavidad de válvula de compuerta para poner a prueba la función de doble bloqueo y sangrado, y para inspeccionar la cavidad de la válvula para confirmar la integridad del sistema de sellado.

- En la segunda válvula de compuerta de 12", la cubierta del perno de ajuste se encontró enroscada a la mitad, lo que indica que alguien pudo haber manipulado el tornillo de ajuste en algún momento en el pasado. El torque de operación de la válvula no pudo verificarse durante esta evaluación.

- Durante la inspección visual una grasera dañada fué detectada en una de las válvulas de cruce de 12" de la línea principal. Desde que no se realizó ninguna operación, no se pudo confirmar si la grasera estaba funcionando como fué diseñada (puede/ no puede, lubricar la válvula).

**Recomendación:**

Durante el servicio y en el momento apropiado cuando la válvula pueda ser aislada, reemplazar la grasera. Hasta que éste pueda ser sustituida, se puede utilizar un adaptador de fugas Leak-Lock si la grasera no está funcionando como se le ha diseñado.



In order to support the already existent maintenance program, for this and some other areas/operations, we could also recommend the use of:

- Diablo #100 (gas applications)
- Slick Sticks for stem leaks on mainline gate valves
- Equa-Lube 80 for valve commissioning
- Summit 7030 for regular maintenance

NOTE: Please refer to Sealweld's Pocket Guide for more info on products

Sealweld would be able to present a detailed step-by step procedure on the application of products, if requested, and perhaps a training program customized for PEMEX/Cenagas' necessities

We trust that the present Report can provide real advice on actions that can be considered by Cenagas' in its current and future operations.

We believe that Sealweld's expertise, can support current maintenance programs, making them time and cost effective for this new Cenagas' stage as Government regulator in Oil and Gas transportation in Mexico.

Sealweld would like to have the opportunity to discuss further this report during a conference call.

Looking forward to your questions and positive feedback. And thank you very much for your hospitality and opportunity.

Sincerely,

Joe Pirkl  
VP Sales and Services  
ValvePro Trainer

Norah Pierdant  
Business Dev. Manager



Con el fin de apoyar el programa de mantenimiento ya existente, para esto y algunas otras áreas/operaciones, también podríamos recomendar el uso de:

- Diablo # 100 (aplicaciones de gas)
- Slick Sticks para fugas de vástago en las válvulas de compuerta de las líneas principales
- Equa-Lube 80 para comisionamiento de válvulas
- Summit 7030 para el mantenimiento regular

NOTA: Por favor consulte la Guía de Bolsillo Sealweld para mayor información sobre productos

Sealweld podría presentar un procedimiento detallado paso a paso en la aplicación de los productos, si se solicita, y tal vez un programa de entrenamiento personalizado para las necesidades de Cenagas/PEMEX

Confiamos en que el presente informe puede proporcionar asesoramiento real sobre las acciones que pueden ser consideradas por Cenagas en sus operaciones actuales y futuras.

Creemos que la experiencia de Sealweld, puede apoyar los programas de mantenimiento actuales, haciéndolos duraderos y rentables para esta nueva etapa de Cenagas como regulador del Gobierno en la transportación de Petróleo y Gas en México.

Sealweld quisiera tener la oportunidad de discutir más a fondo este informe durante una conferencia telefónica.

En espera de sus preguntas y comentarios positivos. Y muchas gracias por su hospitalidad y oportunidad que nos brindan.

Sinceramente,

Joe Pirkl  
VP Ventas y Servicios  
Entrenador ValvePro

Norah Pierdant  
Gerente de Desarrollo de Negocios



Figura 10.- Propuesta de Sealweld

- **Asistencia al congreso de H. Rosen de Mexico, S. de R.L., de C.V**
- **Asistencia al congreso de la NACE INTERNATIONAL (National Association of Corrosion Engineers)**

### *Descripción*

- Asistí al Congreso de *H. Rosen de México, S. de R.L., de C.V* en el mes de diciembre del 2016, evento realizado en el World Trade Center de la Ciudad de México. Se trataron temas del estado actual de México con respecto al petróleo y al gas natural, sobresaliendo entre los principales, la reforma energética, la creación del CENAGAS y la incertidumbre de cómo se llevará la administración de las operaciones, mantenimiento de los ductos y el modelo de negocios que se va a optar, en especial durante los dos años siguientes.
- El mismo mes de diciembre se llevó a cabo en el mismo sitio, el Congreso Nacional de Corrosión 2016 organizado por NACE INTERNATIONAL (National Association of Corrosion Engineers), donde asistí a distintas conferencias, exposiciones y me informé de los productos más novedosos utilizados para combatir la corrosión. Durante este congreso conocí distintas empresas dedicadas al tema de corrosión en ductos, con las cuales actualmente se sigue manteniendo la comunicación e incluso con algunas de ellas se han contratado servicios en CENAGAS.

### *Relación/análisis*

- El conjunto de cursos, congresos, reuniones y visitas a campo me permitió actualizar mis conocimientos en el área del transporte del gas natural y reconocer lo complejo y apasionante que es este tema, lo cual me permitió actualizar mis conocimientos y ampliar mi visión como ingeniero en formación.
- Es de vital importancia el conocimiento y actualización en este tema pues la corrosión es el principal factor que puede incrementar la probabilidad de un accidente, en la tabla 2 se encuentra el concentrado de accidentes en los poliductos de Pemex Refinación, de la subgerencia de ductos sureste, de 1994 a 2003 (6) como se puede observar, las dos principales causas de origen de accidentes en ductos,

fueron las tomas clandestinas y la corrosión extrema. pero para el caso de los ductos de gas natural las tomas clandestinas son muy escasas debido a que cuando ocurre alguna toma clandestina generalmente es por error, al tratar de realizarla en algún poliducto, por esta razón se puede identificar a la corrosión extrema como la principal causa de accidentes para el caso de los gasoductos. No fue posible utilizar alguna tabla comparativa con datos del CENAGAS debido a su reciente creación.

Tabla 2 Datos de accidentes en poliductos (6)

Datos de accidentes en poliductos (1994-2003). Subdirección de Distribución. Gerencia de Transportación por Ducto. Subgerencia Ductos Sureste. Pemex-Refinación, 2004 [9].

| CAUSAS                            | AÑOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |
|-----------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|
|                                   | 94   | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 | 03 | ST         |
| Corrosión externa                 | 7    | 7  | 23 | 19 | 35 | 27 |    | 3  | 1  | 3  | 125        |
| Golpe mecánico                    | 2    | 1  |    | 1  |    |    |    | 2  |    |    | 6          |
| Falla de la soldadura transversal | 1    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    | 2          |
| Tomas clandestinas                | 9    | 21 | 45 | 7  | 46 | 51 | 35 | 37 | 45 | 8  | 304        |
| Golpe de ariete                   | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1          |
| Fisura por sobrepresión           |      |    | 1  |    | 1  |    |    |    | 2  |    | 4          |
| Falla de la abrazadera            |      |    | 1  |    |    | 1  |    |    |    |    | 2          |
| Material defectuoso               |      |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1          |
| Sobreesfuerzo x Mov. Terr.        |      |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1          |
| Fuga en la válvula                |      |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    | 1          |
| Ruptura de monoblock              |      |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    | 1          |
| <b>Total</b>                      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>441</b> |



## **CAPÍTULO III**

### **Formación Profesional**

Durante la prestación del servicio tuve la oportunidad de fortalecer mi formación profesional en diferentes ámbitos al:

- Profundizar en los conocimientos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, sus características y la conveniencia de que se aplique cada tipo de mantenimiento y encontrar el balance de aplicación entre cada uno de ellos.
- Comprender el proceso completo de una licitación dentro de un organismo descentralizado del gobierno federal, en sus diferentes etapas: Investigación de mercado, publicación de proyecto de convocatoria, recepción de propuestas, visita a sitio, publicación de convocatoria, Apertura de proposiciones, evaluación, fallo, firma, control y seguimiento.
- Saber cómo evaluar instalaciones de ductos e identificar los hallazgos y darle seguimiento a los mismos, así como la atención a las órdenes de trabajo.
- Elaborar una planeación de mantenimiento de los activos y su seguimiento al llevarla a cabo.
- Reconocer la importancia que representan los hidrocarburos para México en materia de energía, para el gas natural, con relación a la industria en general y en especial la eléctrica.
- Ser más productivo y eficiente en el trabajo identificando las actividades más relevantes, las que deben de ser realizadas de inmediato y aquellas que se planean en una ruta de atención; así como trabajar por objetivos.

- Conocer la infraestructura de la red de ductos de gas natural del país, sus componentes y mejores prácticas para la prevención de accidentes.
- Análisis y conocimiento de la normatividad mexicana aplicable a los temas de gas natural en materia de transporte, gestión, seguridad y protección ambiental.
- Conocimiento de herramientas informáticas y apoyo de accesorios tecnológicos para el manejo de información que facilite la gestión de ductos.
- Coordinación del trabajo en equipo para el desarrollo de proyectos.
- Conocimiento de la evaluación, supervisión y verificación de instalaciones de gas natural.

### **Beneficios para la Sociedad**

- Gracias a que todo el equipo conocía los objetivos y metas de la Dirección de Mantenimiento y Seguridad, se buscó prestar atención en materia de seguridad para evitar o prevenir cualquier accidente, con la reducción de los riesgos a través del mantenimiento realizado de manera oportuna, análisis de los riesgos críticos, reducción de los mismos y siempre teniendo en mente el cuidado del medio ambiente.
- Contar con ingenieros más preparados, lo que garantiza que la gestión de activos se realice de manera confiable, eficiente y segura, garantizando la tranquilidad en la sociedad debido a una política de prevención de accidentes.
- La nueva forma de manejo del mercado del gas natural busca garantizar la disponibilidad del producto y precios más estables del gas natural en todo el territorio nacional, lo cual impacta directamente sobre los precios de la energía eléctrica, ya que más de la mitad se genera a partir del gas natural.

- Se creó el análisis de riesgos a nivel de la Dirección Ejecutiva, después a nivel de la Unidad de Transporte y Almacenamiento, y se encuentra en desarrollo la creación a nivel de la Dirección General.
- Instalaciones que cumplan con la normatividad aplicable para una prevención de accidentes en el transporte de gas natural y cumplimiento de lo requerido por los órganos reguladores como SENER, CRE y ASEA.
- Creación de una normatividad actualizada y precisa para la seguridad de trabajadores del CENAGAS, basada en las mejores prácticas, con lo cual se mejora la seguridad para la sociedad.



## Conclusiones

Durante la prestación del servicio pude aprovechar lo aprendido en CENAGAS para entender el importante proceso por el que México está atravesando, razón por la que decidí realizar el presente trabajo, y no es para menos, pues nos encontramos en una época en la que México es protagonista de distintos cambios sustantivos, por ejemplo: la Reforma Energética, la cual es muy significativa para un país que en las últimas décadas ha sido impulsado por el sector de hidrocarburos. También nos encontramos en medio de un proceso en el cual la producción de hidrocarburos se ha visto disminuida considerablemente y su panorama a corto plazo no apunta para una suficiencia en la producción, como consecuencia la cantidad de importaciones se vio aumentada por lo que ahora el país es dependiente de la importación y del precio fijado por otros países, al mismo tiempo que el precio del Barril de petróleo ha caído a nivel mundial. Actualmente en México se vive una reducción de la capacidad de extracción y de responsabilidades de PEMEX, empresa productiva del Estado Mexicano, encargada del transporte, refinación y comercialización de los hidrocarburos desde los años 30's.

La serie de modificaciones antes mencionadas causan que el cambio que se lleva en México sea muy significativo para la población, y repercute directamente sobre ella, un ejemplo es el aumento a las gasolinas del año 2016 y principios del 2017, lo cual incluso generó uno de los movimientos sociales más significativos de los últimos años en México. Es de resaltar que México es dependiente de las importaciones de gas natural que realiza de Estados Unidos y como se puede apreciar en el siguiente cuadro comparativo de países importadores (Figura 11), México también es el principal consumidor de gas natural de Estados Unidos.

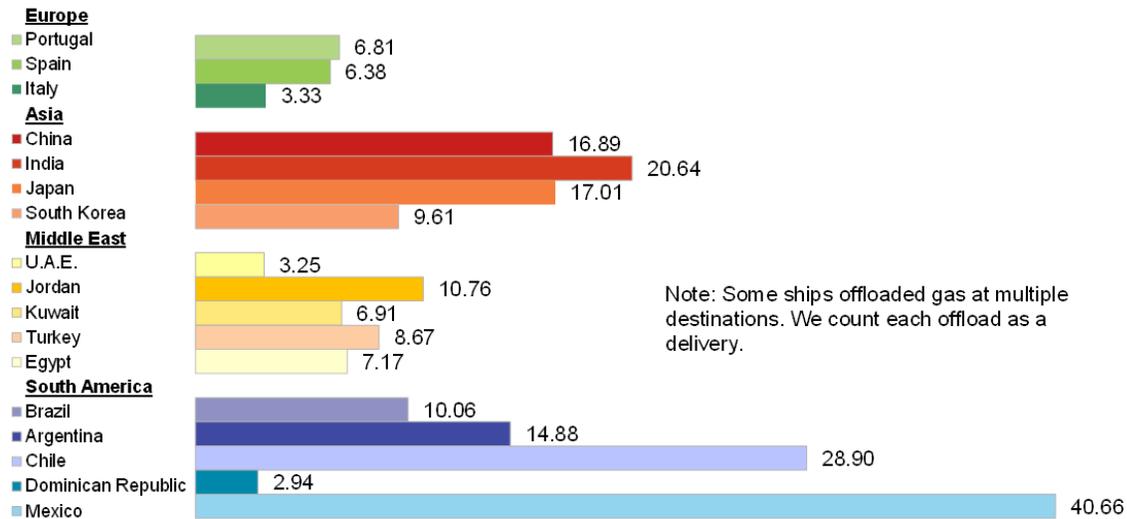


Figura 11.- Sabine Pass LNG export location breakdown by county (Bcf) (7)

Actualmente más del 50% del gas natural que se consume en México proviene de importaciones, para ser más preciso, hasta el mes de febrero del 2017 el balance de importaciones en número redondo es del 52%, (8) y de ese porcentaje el 95% de las importaciones proviene de Estados Unidos, situación a la cual hay que prestarle bastante atención debido a la presente condición política entre los dos países y a un aumento estimado en los precios del gas natural en Estados Unidos de cerca del 40% para el año 2017 (9), cuyo incremento de precios es bastante mayor en comparación con los últimos años. ¿Cuál es la importancia de dichos datos?, es de suma importancia considerando que el mayor consumo de gas natural se realiza en el sector industrial y el de generación eléctrica, para el segundo caso es de un promedio del 40% en los últimos meses del 2016 y los primeros del 2017.

Por otra parte, a lo largo de los siguientes años entrarán a operar en el país empresas extranjeras con mayor capacidad y con mayor experiencia que las que se encuentran actualmente operando el sector, por tal motivo se necesita que las empresas del estado que se encuentran operando tengan procesos, con base en las mejores prácticas, procedimientos para atención de emergencias, prevención de accidentes, y programas de mantenimiento con calidad mundial.

Otro de los puntos a resaltar es confiar en la Ingeniería Mexicana para obtener los resultados que necesita la industria moderna. Es difícil alcanzar a empresas con décadas de desarrollo tecnológico, pero en algunas situaciones en las

que es más fácil contratar una empresa mexicana cuando se requiere la adquisición de un bien o la prestación de un servicio, se duda de su contratación aun teniendo la misma experiencia, resultados y capacidad que alguna empresa extranjera, lo cual es quizá un punto muy importante para impulsar la economía mexicana. Por otra parte muchas veces existe un mejor costo-beneficio, si se capacita a personal de la empresa en vez de contratar el servicio de manera exterior, como lo comenté durante el análisis del trabajo, *Mantenimiento basado en confiabilidad, por medio del análisis de vibraciones, para la reducción de costos en elementos dinámicos de las estaciones de compresión del CENAGAS.*

Durante este proceso del servicio social puedo comentar que el personal con el que colaboré aparte de fomentar mi formación como profesionalista, en todo momento hubo una disposición a compartir su conocimiento, propiciaron la comprensión de la responsabilidad social y la importancia de aplicar los conocimientos como profesionalista. Es de suma importancia encontrar tales actitudes en una organización en crecimiento, debido al beneficio que puede representar, promover el crecimiento del conocimiento del nuevo personal y como consiguiente una mejor formación de los profesionalistas en México. Evidencia de lo mencionado es el presente informe de actividades, en el cual se demuestra que se me permitió intervenir, asistir, participar y opinar en diversos trabajos, presentaciones, entrega de resultados, licitaciones, cursos, elaboración de documentos, guías, procedimientos y reglamentos.



## Referencias

1. cenagas. [En línea] 08 de 2016. [Citado el: 26 de 09 de 2016.] <http://www.gob.mx/cenagas>.
2. Natural, Política pública para la Implementación del Mercado del Gas. <http://www.gob.mx/>. [En línea] Edgar Alejandro de León Cervantes, 2016. [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116754/1.\\_Pol\\_tica\\_P\\_blica\\_MGN.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116754/1._Pol_tica_P_blica_MGN.pdf).
3. ESTATUTO Orgánico del Centro Nacional de Control del Gas Natural, DOF. Diario oficial de la federación. [En línea] [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5445675&fecha=25/07/2016](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5445675&fecha=25/07/2016).
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural, DOF. [En línea] CRE, 2010. <http://www.cre.gob.mx/documento/1724.pdf>.
5. NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural. DOF. [En línea] SENER. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4292/sener/sener.htm>.
6. ductos, Estudio del riesgo en ductos de transporte por. Ruperto-Enrique Olivera-Villaseñor, Alejandro Rodríguez-Castellanos2. [En línea] 09 de 2004. [http://www.sepi.esimez.ipn.mx/manuscritos/V09N4\\_159\\_165.pdf](http://www.sepi.esimez.ipn.mx/manuscritos/V09N4_159_165.pdf).
7. Fericy., Jacob. TWO CHANNELS TO MEXICO - BNEF/Bloomberg US Gas Insight. [En línea] 02 de 2017. <https://www.bnef.com/core/insight/15884>.
8. Balance diario del gas natural del SISTRANGAS. , CENAGAS. [En línea] 02 de 2017.
9. Energía, Secretaría de. Balance nacional del gas natural y el gas L.P 2014-2028. Pág, 126. [En línea] 2014.



## Anexos

### Anexo 1.- Reporte de Hallazgos de visita Sector de Ductos Salamanca



# REPORTE DE HALLAZGOS DE VISITA SECTOR DUCTOS SALAMANCA

Agosto 2016

1

TRED PALMILLAS



|                         |                     |                            |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|
|                         |                     |                            |
| ROTULADO DE INSTALACIÓN | VÁLVULA IGUALADORA  | NO FUNCIONA EL DISPLAY     |
|                         |                     |                            |
| TED GSD DE 36"          | TOMA DE POTENCIALES | FALTA LONGITUD DE INTERFAZ |

VS LAS FLORES CENAGAS  
INTEGRACIÓN, BIENESTAR Y CUMPLIMIENTO



ROTULO Y ACCESO A LA INSTALACIÓN



INTERFAZ



AISLANTE



ORDEN Y LIMPIEZA



VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO



BYPASS ALINEADO

---

CRUCES CARRETEROS CENAGAS  
INTEGRACIÓN, BIENESTAR Y CUMPLIMIENTO



KM 179+500



ENCOFRADO CON DAÑOS



KM 179+500 (ENCOFRADO)



TUBERÍA DESCUBIERTA



TUBERÍA DESCUBIERTA

---



TAG DE VÁLVULA NO ADECUADO



PSV



FALTA ALINEACIÓN DE ESPÁRRAGOS



FALTA ETIQUETA CANDADO



VÁLVULAS DE ENTRADA A FILTROS



VÁLVULA REGULADORA



TAG DE VÁLVULA NO ADECUADO



PSV



FALTA ALINEACIÓN DE ESPÁRRAGOS



FALTA ETIQUETA CANDADO



VÁLVULAS DE ENTRADA A FILTROS

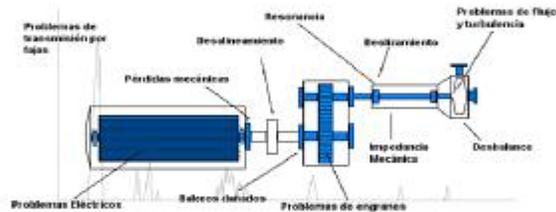


VÁLVULA REGULADORA

## Anexo 2.- Presentación Análisis de vibraciones



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEMINARIO DE INGENIERÍA  
DR. ROGELIO GONZÁLEZ OROPEZA



MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD, POR MEDIO DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN ELEMENTOS DINÁMICOS DE LAS ESTACIONES DE COMPRESIÓN DEL CENAGAS

AMÍLCAR SAAVEDRA PICAZO

## Objetivos

- Importancia y efectividad del análisis de vibraciones en elementos dinámicos, basándose en las necesidades actuales de la industria pública, en específico CENAGAS
- Investigación general y concreta de los sistemas de análisis de vibraciones y su empleo en el mantenimiento de los activos y generación de un beneficio económico del CENAGAS.

### Objetivos particulares

- Investigar los distintos tipos de mantenimiento con sus objetivos y beneficios.
- Investigación del Análisis de Vibraciones como forma de diagnóstico.
- Investigar los espectros característicos de las principales fallas.
- Hacer una comparación costo beneficio.



# Introducción CENAGAS

Estaciones de compresión de GN operadas por CENAGAS.

| ESTACIONES DE COMPRESIÓN/BOMBEO               | UBICACIÓN                                 |
|---|---|
| Estación de Compresión "Los Ramones"          | Los Ramones Nuevo León.                   |
| Estación de Compresión No. 4 "Santa Catarina" | Santa Catarina, Nuevo León.               |
| Estación de Compresión No. 8 "Chávez"         | Cd. Francisco I Madero, Coahuila          |
| Estación de Compresión No. 19 "Reynosa"       | Municipio de Reynosa de la Cd. de Reynosa |
| Estación de Compresión "Valtierrilla"         | Valtierrilla Guanajuato                   |
| Estación de Compresión No. 7 "Compoala"       | Actopan, Veracruz                         |
| Estación de Compresión "Emiliano Zapata"      | Municipio Emiliano Zapata-Veracruz        |
| Estación de Compresión No. 3 "Chinameca"      | Municipio de Chinameca, Veracruz          |
| Estación de Compresión No. 1 "Cárdenas"       | Huimanguillo, Tabasco.                    |

Equipos dinámicos de estaciones de compresión de CENAGAS con potencia y capacidad, más adelante.

## Análisis de Vibraciones

o Tendencias del mantenimiento

o Gestión de activos

o Confiabilidad operacional

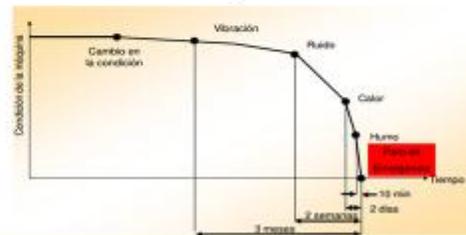
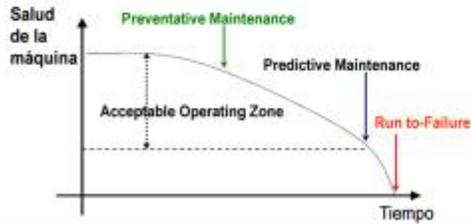
o Diagnóstico de elementos

o Técnicas de diagnóstico de elementos dinámicos rotativos

• Análisis de vibraciones

• Análisis de lubricantes

• El análisis termográfico



# Análisis de vibración

- Sensores
- Adquisición de datos
- Acondicionamiento de Señal
- Análisis de resultados
  - Análisis de tiempo
  - Análisis de frecuencia:

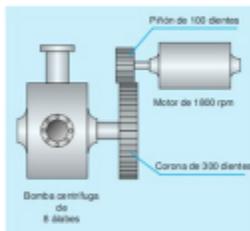
## Causas más comunes de la vibración

- Desalineación (ejes, poleas)
- Desbalance
- Solturas mecánicas
- Daños en rodamientos
- Daños en engranajes
- Sujeción del equipo
- Holgura

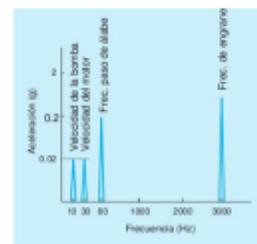
## Espectros característicos de fallas típicas

### Antes de conocer las fallas típicas

Ejemplo de un sistema mecánico



$F. \text{ motor} = 1.800 \text{ rpm} = 30 \text{ Hz}$   
 $F. \text{ bomba} = (100 / 300) \text{ dientes} * 1.800 \text{ rpm} = 600 \text{ rpm} = 10 \text{ Hz}$   
 $F. \text{ engrane} = 100 \text{ dientes} * 1.800 \text{ rpm} = 300 \text{ dientes} * 600 \text{ rpm} = 1.800.000 \text{ rpm} = 3.000 \text{ Hz}$   
 $F. \text{ paso de álabes} = 8 \text{ álabes} * 600 \text{ rpm} = 4.800 \text{ rpm} = 80 \text{ Hz}$



Espectro de vibración.

En el espectro de vibración de la figura aparece representada la firma de vibración de nuestro sistema mecánico de ejemplo. Una vez que hemos identificado las frecuencias de interés, la siguiente cuestión es si el valor de su amplitud es aceptable o inaceptable.

Un valor de vibración aceptable es aquel que no causa una reducción en la vida de la máquina ni causa daños en los equipos cercanos.

## Espectros característicos de fallas típicas

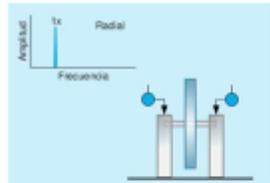
### Desequilibrio

#### ○ Desequilibrio en un único plano

#### ○ Desequilibrio en dos planos

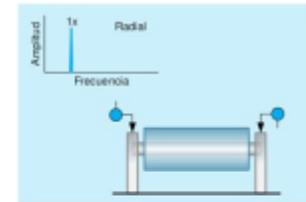
##### Síntomas:

- Vibración radial en 1x RPM.
- Diferencia de fase entre la dirección horizontal y vertical de un rodamiento de aproximadamente  $90^\circ$ , permitiendo una variación aceptable de  $\pm 30^\circ$ .
- No existen diferencias de fase significativas en las lecturas de fase entre ambos lados del eje en las direcciones radiales.



##### Síntomas:

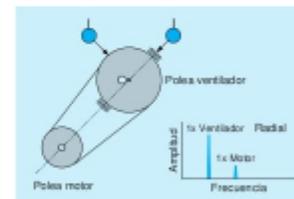
- Vibración radial en 1x RPM.
- Diferencia de fase entre la dirección horizontal y vertical de un rodamiento de aproximadamente  $90^\circ$ , permitiendo una variación aceptable de  $\pm 30^\circ$ .
- La lectura de fase radial nos indicará que ambos lados del eje tienen un desfase de  $180^\circ$ .



## Espectros característicos de fallas típicas

### Excentricidad

- La excentricidad se manifiesta de la misma forma que el desequilibrio, con una fuerte vibración a la frecuencia de giro de la polea en la dirección radial.
- Si se diagnostica como desequilibrio puede que se corrija el problema, pero la excentricidad suele depender de la carga, por lo que al variar las condiciones de carga bajo las que se realizó el equilibrio, los niveles de vibración pueden incrementarse.
- La fase es un parámetro del que se dispone para diferenciar la excentricidad del desequilibrio. Como se comentó en el capítulo anterior, el desequilibrio presenta un desfase de  $90^\circ$  entre sus dos lecturas radiales. En el caso de la excentricidad, se genera una variación periódica



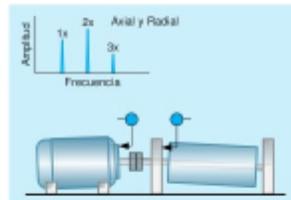
## Spectros característicos de fallas típicas

### Desalineación

#### Desalineación angular

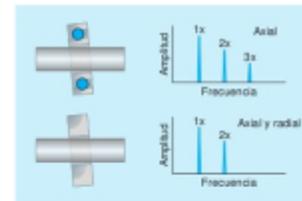
#### Desalineación en rodamientos y cojinetes

- Fuerte vibración axial en 1x RPM, posiblemente con armónicos en 2x y 3x.
- El armónico 2x RPM en dirección axial puede alcanzar un valor igual o incluso superior a 1x.
- Vibración en dirección radial, probablemente de menor amplitud que en dirección axial, en 1x, 2x y 3x.
- Las medidas de fase axial a ambos lados del acoplamiento se encuentran desfasadas 180°.



Desalineación Angular

- Fuerte vibración axial en 1x RPM, posiblemente con armónicos en 2x y 3x.
- El armónico 2x RPM en dirección axial puede alcanzar un valor igual o incluso superior a 1x.
- Las lecturas de fase axial en la parte inferior, izquierda, superior y derecha del rodamiento aparecen desfasadas 90°.



Desalineación en rodamientos y cojinetes.

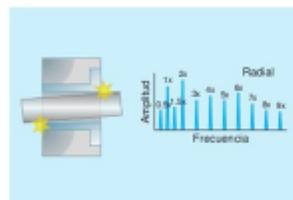
## Spectros característicos de fallas típicas

### Holgura

#### Holguras en elementos rotativos

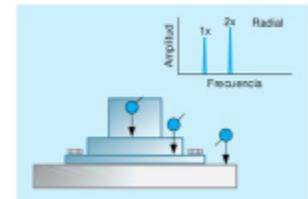
#### Holguras estructurales

- Holgura potencialmente seria: incremento de la amplitud del primer armónico de la velocidad de giro y aparición de medios armónicos de muy baja amplitud.
- Holgura seria: aumento de la amplitud de los armónicos y medios armónicos de la velocidad de giro.
- Holgura severa: se caracteriza por presentar medios armónicos, armónicos y subarmónicos de la frecuencia de giro del rotor, de forma que en el espectro se observa una banda ancha de energía.



Holgura mecánica eje-agujero.

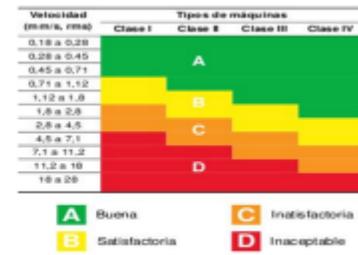
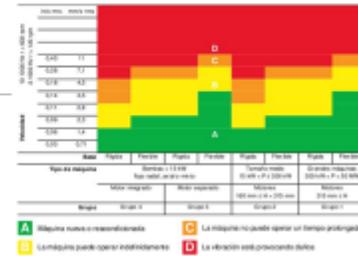
- Si los espectros obtenidos en la misma dirección en los dos elementos presentan amplitudes similares y además las lecturas de fase son idénticas nos indicarán que existe una buena unión entre los dos elementos.
- Si por el contrario, las amplitudes de los picos armónicos de la frecuencia de giro en las mismas direcciones de medida en los dos elementos son distintas, y además hay diferencias importantes de fase entre ellos, nos confirmarán la existencia de holguras entre ambos elementos.



Holguras en una banda.

# Normas y parámetros de referencia

| Org. | Código         | Año  | Descripción  |
|------|----------------|------|--|
| ISO  | ISO 2372/2373  | 1974 | Vibración mecánica de máquinas con velocidades de operación entre 10 y 200 rev/s. La ISO 2373 constituye una adaptación especial de la ISO 2372 para motores eléctricos, y se aplica a motores de corriente alterna trifásica y a motores de corriente continua. |
| ISO  | ISO 3945       | 1985 | Medida y evaluación de la severidad de vibración en grandes máquinas rotativas, in situ con velocidades de operación entre 10 y 200 rev/s.   |
| ISO  | ISO 10816      | 1995 | Vibración mecánica. - Evaluación de la vibración en una máquina mediante medidas en partes no rotativas. Reemplaza la ISO 2373 e ISO 3945.   |
| ISO  | ISO 7919       | 1996 | Vibración mecánica de máquinas no alternativas - Medidas en ejes rotativos y evaluación.   |
| VDI  | VDI 2056       | 1964 | Evaluación de vibraciones mecánicas de maquinaria rotativa. Basada en la ISO 2372. Reemplazada por la ISO 10816.   |
| ANSI | AS 2526        | 2003 | Vibración mecánica. - Evaluación de la vibración en una máquina. Este estándar es idéntico y ha sido reproducido a partir de la ISO 10816-1:1995.  |
| IEC  | IEC 34-14:1996 | 1996 | Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher - Measurement, evaluation and limits of the intensity of vibration.   |
| BSI  | BS 7853        | 1996 | Vibración mecánica. - Evaluación de la vibración en una máquina mediante medidas en partes no rotativas. Basada en la ISO 10816-1:1995.  |
| API  | API 670        | 1993 | Monitorización en tiempo real y la protección de maquinaria crítica.   |



# Ahorros generados

| Estación                                  | HP    | Capacidad mmPCD/mbd Compresor |
|---|-------|-------------------------------|
| 1 Estación de Compresión Cárdenas         | 27500 | 750 MMPCD                     |
| 2 Estación de Compresión Cárdenas         | 27500 | 950 MMPCD                     |
| 3 Estación de Compresión Chinameca        | 27500 | 950 MMPCD                     |
| 4 Estación de Compresión Chinameca        | 27500 | 950 MMPCD                     |
| 5 Estación de Compresión Cempeola         | 27500 | 1400 MMPCD                    |
| 6 Estación de Compresión Cempeola         | 27500 | 1400 MMPCD                    |
| 7 Estación de Compresión Emiliano Zapata  | 17500 | 1400 MMPCD                    |
| 8 Estación de Compresión Emiliano Zapata  | 17500 | 1400 MMPCD                    |
| 9 Estación de Compresión Emiliano Zapata  | 1700  | 120 MMPCD                     |
| 10 Estación de Compresión Emiliano Zapata | 1700  | 120 MMPCD                     |
| 11 Estación de Compresión Valtierra       | 4700  | 180 MMPCD                     |
| 12 Estación de Compresión los Ramones     | 4700  | 180 MMPCD                     |
| 13 Estación de Compresión los Ramones     | 4700  | 180 MMPCD                     |
| 14 Estación de Compresión los Ramones     | 4700  | 180 MMPCD                     |
| 15 Estación de Compresión los Ramones     | 7150  | 500 MMPCD                     |
| 16 Estación de Compresión Santa Catarina  | 4700  | 300 MMPCD                     |
| 17 Estación de Compresión Santa Catarina  | 4700  | 300 MMPCD                     |
| 18 Estación de Compresión Chávez          | 2370  | 50 MMPCD                      |
| 19 Estación de Compresión Chávez          | 2370  | 50 MMPCD                      |
| 20 Estación de Compresión Chávez          | 2370  | 50 MMPCD                      |
| 21 Estación de Compresión Reynosa         | 7150  | 500 MMPCD                     |
| 22 Estación de Compresión Reynosa         | 7150  | 500 MMPCD                     |

Tabla: Equipos dinámicos de estaciones de compresión de CENAGAS con potencia y capacidad

Tabla de costos de mantenimiento (Fuente ElectricPower Research Institute (EPRI))

| Tipo de mantenimiento | Costo [USD/HP/año] |
|-----------------------|--------------------|
| Correctivo            | \$ 17.00           |
| Preventivo            | \$ 12.00           |
| Predictivo            | \$ 8.00            |

Fuente ElectricPower Research Institute (EPRI)

# Ahorros generados

Tabla de ahorro generado con Mantenimiento: 50% Correctivo 50% Preventivo

| Ahorro generado              |                   |                    |                 |                 |
|------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Costo anual de mantenimiento |                   |                    |                 |                 |
| Máquina instalada            | Porcentaje de uso | 50%                |                 |                 |
|                              |                   | Correctivo**       | Preventivo      | Predictivo      |
| Máquina de hasta 200HP       | 0                 | \$ -               | \$ -            | \$ -            |
| Máquina de hasta 400HP       | 5                 | \$ 55,000.00       | \$ 60,000.00    | \$ -            |
| Máquina de hasta 600HP       | 5                 | \$ 305,000.00      | \$ 216,000.00   | \$ -            |
| Máquina de hasta 1200HP      | 2                 | \$ -               | \$ -            | \$ -            |
| Máquina de hasta 2000HP      | 2                 | \$ 170,000.00      | \$ 120,000.00   | \$ -            |
| Máquina de más de 2000 HP    | 0                 | \$ 1,530,000.00    | \$ 1,060,000.00 | \$ -            |
| Total anual en USD           |                   | \$ 2,061,000.00    | \$ 1,476,000.00 | \$ -            |
|                              |                   | Costo anual (USD)  |                 | \$ 3,087,000.00 |
|                              |                   | Ahorro anual (USD) |                 | \$ -            |

\*Clasificación según ISO 19816 (a calidad)  
 \*\*Se tomar en cuenta pérdidas de producción ni accidentes catastróficos

Tabla de ahorro generado con Mantenimiento: 20% Correctivo 30% Preventivo 50% Predictivo

| Ahorro generado              |                   |                    |               |                 |
|------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Costo anual de mantenimiento |                   |                    |               |                 |
| Máquina instalada            | Porcentaje de uso | 50%                |               |                 |
|                              |                   | Correctivo**       | Preventivo    | Predictivo      |
| Máquina de hasta 200HP       | 0                 | \$ -               | \$ -          | \$ -            |
| Máquina de hasta 400HP       | 5                 | \$ 34,000.00       | \$ 30,000.00  | \$ 60,000.00    |
| Máquina de hasta 600HP       | 5                 | \$ 122,400.00      | \$ 129,000.00 | \$ 216,000.00   |
| Máquina de hasta 1200HP      | 2                 | \$ -               | \$ -          | \$ -            |
| Máquina de hasta 2000HP      | 2                 | \$ 66,000.00       | \$ 70,000.00  | \$ 120,000.00   |
| Máquina de más de 2000 HP    | 0                 | \$ 612,000.00      | \$ 646,000.00 | \$ 1,060,000.00 |
| Total anual en USD           |                   | \$ 836,400.00      | \$ 836,000.00 | \$ 1,476,000.00 |
|                              |                   | Costo anual (USD)  |               | \$ 3,198,000.00 |
|                              |                   | Ahorro anual (USD) |               | \$ 309,000.00   |

\*Clasificación según ISO 19816 (a calidad)  
 \*\*Se tomar en cuenta pérdidas de producción ni accidentes catastróficos

Tabla de Costo-Beneficio a 5 años con el cambio de porcentaje en el tipo de mantenimiento

| Inversión-Beneficio               |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Adquisición                       | \$ 90,000.00    |
| Mantenimiento (5 años)            | \$ 200,000.00   |
| Ahorros de Mantenimiento (5 años) | \$ 1,845,000.00 |
| <b>Beneficio</b>                  | <b>9.225</b>    |

# Conclusiones

- o Tipos de mantenimiento y las tendencias actuales
- o Técnicas de diagnóstico de elementos dinámicos y centrándonos en el análisis de vibraciones destacando sus ventajas y los beneficios
- o Enfoque económico para visualizar el ahorro que se puede alcanzar.
- o Tomar en cuenta la máquina en conjunto y sus componentes, debido a que pueden existir más de una causa, por lo tanto una persona calificada y con una excelente formación es imprescindible para un análisis confiable.
- o Invertir, adquirir y adoptar el análisis de vibraciones es una opción totalmente rentable para un organismo con las características de CENAGAS y con la capacidad instalada.
- o Nos encontramos en tiempo de realizar una planeación estratégica y bien fundamentada en conjunto con ingeniería de calidad y apostando por la capacitación o inversión en los ingenieros mexicanos
- o Es rentable y le da valor a las empresas u organismos que los poseen y se ve reflejado en una reducción en los costos, como en este caso los costos de mantenimiento.
- o El país se ve beneficiado con mayor confiabilidad en los sistemas de hidrocarburos, más seguridad para su población, organismos más capaces y eficientes.

### Anexo 3.- Survey de la National Association of Corrosion Engineers (NACE)



Below, you will find how your organization performed compared to other organizations who completed this survey.

| Question   | Answer   | Population % |
|--|--|--------------|
| 1. Does your corrosion management system ultimately result in the lowest total corrosion cost over the intended life of the asset? (See definition of "total cost" in the glossary.) | No, little understanding of lifecycle costs  | 12.5%        |
|  | Yes, but our system is more reactive than proactive (corrosion control is "as needed" vs. "designed in") | 29.4%        |
|  | Yes, but improvement is required for complete understanding  | 36.8%        |
|  | Yes, our system is robust  | 14.3%        |
|  | Don't Know   | 7.0%         |
| 1a. If you responded "Yes" to the previous question, please indicate the elements of the asset lifecycle where you are able to measure the cost of corrosion (check all that apply). | Design   | 48.2%        |
|  | Manufacturing/Construction   | 36.4%        |
|  | Operations/Maintenance   | 63.6%        |
|  | Retirement   | 13.6%        |
| 2. Does your organization have a corrosion management policy?  | No   | 33.8%        |
|  | Yes, for part of the asset lifecycle   | 23.2%        |
|  | Yes, for part of the organization  | 21.0%        |
|  | Yes, for the entire organization and asset lifecycle   | 19.5%        |
| 3. If yes, would you be willing to provide a copy of your corrosion management policy?   | Yes  | N/A          |
|  | No   | N/A          |
| 4. Does your organization have a corrosion management strategy?  | No   | 16.9%        |
|  | Yes, for part of the asset lifecycle   | 33.8%        |
|  | Yes, for part of the organization  | 25.4%        |
|  | Yes, for the entire organization and asset lifecycle   | 21.3%        |
| 5. If yes, is your corrosion management strategy linked to your organization's overall strategy?   | No   | 10.3%        |
|  | Yes, but to technical requirements only  | 48.9%        |
|  | Yes, but to business performance only  | 5.9%         |
|  | Yes, comprehensively   | 23.2%        |
| 6. Are your corrosion management plans linked across the entire asset lifecycle (as opposed to stand-alone)?   | We do not have corrosion management plans across the entire asset lifecycle.                             | 30.5%        |
|  | We have stand-alone corrosion management plans   | 33.5%        |
|  | We have integrated, linked corrosion management plans  | 29.8%        |
| 7. How is your corrosion management performance monitored and reported?  | Locally, by a corrosion technical professional   | 34.6%        |
|  | Locally, by corrosion management and organization management   | 32.7%        |
|  | Within the general/corporate management organization   | 11.8%        |
|  | At all management levels   | 14.3%        |

|   |  |       |
|---|--|-------|
| 8. How is corrosion management performance integrated into organizational performance metrics?  | Corrosion management performance is not integrated into organizational performance metrics (e.g., stand-alone reporting of corrosion management) | 37.9% |
|   | Corrosion management is integrated into local reports or dashboards  | 37.5% |
|   | Corrosion management is integrated into reports or dashboards at all levels  | 19.1% |
| 9. How is corrosion management compliance with standards, procedures, and regulations monitored?  | Corrosion management compliance is not monitored   | 15.1% |
|   | Corrosion management compliance is monitored at your local organization level only   | 36.8% |
|   | Corrosion management compliance is monitored at all levels of the organization   | 25.7% |
|   | Corrosion management compliance is monitored at all levels of the organization and other stakeholders  | 18.8% |
| 10. How is corrosion management non-compliance with standards, procedures, and regulations resolved?  | Corrosion management non-compliance is not tracked to resolution   | 12.5% |
|   | Corrosion management non-compliance is managed by local corrosion management   | 39.3% |
|   | Corrosion management non-compliance is tracked and resolved by the corrosion management organization   | 18.4% |
|   | Corrosion management non-compliance is tracked and resolved by local business management   | 6.6%  |
|   | Corrosion management non-compliance is resolved by organization-wide management  | 19.1% |
| 11. Are corrosion management responsibilities for the entire asset lifecycle clearly linked to the organizational structure?                              | No   | 44.1% |
|   | Yes  | 50.4% |
| 12. How are interactions reflected in the organization structure for those having responsibility for corrosion management defined? (Check all that apply) | Interactions are informal  | 42.3% |
|   | Interactions are defined and documented (e.g. RACI charts)   | 46.7% |
|   | A matrix management scheme is in use   | 8.8%  |
|   | The matrix extends to external suppliers, vendors, and stakeholders  | 7.0%  |
| 13. Does a corrosion management group exist to support the asset lifecycle phases across the entire organization?   | A corrosion management group does not exist  | 25.7% |
|   | We have local corrosion management groups only   | 26.8% |
|   | A corrosion management group exists and reports to another discipline (e.g., safety, integrity, etc.)  | 25.4% |
|   | A corrosion management group exists and reports to the executive team  | 16.9% |
| 14. Does the corrosion management organization have a role managing suppliers and vendors?  | No   | 27.9% |
|   | Yes, but on an ad hoc basis  | 37.5% |
|   | Yes, as part of our standard practice  | 27.9% |
| 15. Are corrosion management roles and responsibilities clearly defined?  | Few or no corrosion management roles and responsibilities are clearly defined  | 19.5% |
|   | Some corrosion management roles and responsibilities are clearly defined   | 34.6% |
|   | Most or all corrosion management roles and responsibilities are clearly defined  | 40.4% |
| 16. Are corrosion management roles and responsibilities clearly documented?   | No   | 18.0% |
|   | Corrosion management roles and responsibilities are identified, but not fully documented   | 37.9% |
|   | Corrosion management roles and responsibilities are fully documented   | 23.2% |
|   | Documentation is available and current   | 15.4% |
| 17. Are corrosion management roles and responsibilities clearly communicated?   | Few or no corrosion management roles and responsibilities are clearly communicated   | 17.6% |
|   | Some corrosion management roles and responsibilities are clearly communicated  | 40.4% |
|   | Most or all corrosion management roles and responsibilities are clearly communicated   | 36.8% |
| 18. Are corrosion management roles and responsibilities integrated into work processes?   | No, corrosion management roles and responsibilities are only integrated into corrosion management processes                                      | 27.2% |
|   | Corrosion management roles and responsibilities are referenced from work processes   | 37.1% |

|  |   |       |
|--|---|-------|
|  | Corrosion management roles and responsibilities are embedded into work processes  | 28.3% |
| 19. Is there an organizational understanding of corrosion management roles and responsibilities?   | There is no organizational understanding of corrosion management roles and responsibilities   | 18.8% |
|  | There is an organizational understanding of corrosion management roles and responsibilities mostly in the corrosion management organization                       | 31.6% |
|  | There is an organizational understanding of corrosion management roles and responsibilities only locally  | 22.8% |
|  | There is an organizational understanding of corrosion management roles and responsibilities across the organization (horizontally and vertically)                 | 21.3% |
| 20. Does your organizational leadership take ownership and engage in corrosion management (check all that apply)?                        | Organizational leadership delegates corrosion management  | 34.2% |
|  | Organizational leadership has limited engagement in corrosion management  | 40.4% |
|  | Organizational leadership is actively involved in corrosion management  | 41.5% |
| 21. Are there dedicated corrosion management points of contact for external stakeholder (e.g., regulators, the public, etc.) engagement? | There are no dedicated corrosion management points of contact for external stakeholder engagement   | 36.4% |
|  | There are dedicated corrosion management points of contact for external stakeholder engagement, but with multiple points of responsibility (for each stakeholder) | 37.5% |
|  | There are dedicated corrosion management points of contact for external stakeholder engagement with single point of responsibility (for each stakeholder)         | 19.5% |
| 22. Are appropriate and achievable corrosion management staffing levels identified?  | Appropriate and achievable corrosion management staffing levels are not identified  | 17.3% |
|  | Appropriate and achievable corrosion management staffing levels are identified on an ad hoc, on-demand basis  | 37.9% |
|  | Appropriate and achievable corrosion management staffing levels are planned   | 20.6% |
|  | Appropriate and achievable corrosion management staffing levels are planned and funded  | 15.8% |
| 23. Is budget for the following allocated to support corrosion management staffing levels (check all that apply)?                        | Training  | 66.2% |
|  | Conference attendance   | 56.6% |
|  | Certifications  | 46.7% |
|  | Employee compensation   | 28.7% |
|  | Other   | 9.9%  |
| 24. Are corrosion management competencies clearly defined?   | Corrosion management competencies are not clearly defined   | 32.4% |
|  | Clearly-defined corrosion management competencies are part of job descriptions  | 44.9% |
|  | Clearly-defined corrosion management competencies are part of career paths  | 16.9% |
| 25. Are corrosion management resources (professionals) assigned based on position requirements?  | Corrosion management resources are not assigned based on position requirements  | 18.0% |
|  | Corrosion management resources are assigned based on position requirements on an ad hoc basis   | 37.9% |
|  | Corrosion management resources are planned  | 16.9% |
|  | Corrosion management resources are periodically reviewed and balanced based upon skills, requirements, and career paths   | 19.5% |
| 26. Are required corrosion management competencies specified within work processes?  | Corrosion management competencies are not specified within work processes   | 26.1% |
|  | Corrosion management competencies are specified within corrosion management processes only  | 39.0% |
|  | Corrosion management competencies are embedded in work processes (e.g., job aids, work instructions, etc.)  | 27.9% |
| 27. Is professional corrosion management and technical training provided?  | Corrosion management and technical training is not provided   | 12.5% |
|  | Corrosion management and technical training is provided only for internal resources   | 43.8% |
|  | Corrosion management and technical training is provided only for external resources   | 5.5%  |
|  | Corrosion management and technical training is provided for both internal and external resources  | 32.7% |
|  | There is no formal approach for corrosion management organizational knowledge capture and transfer  | 23.5% |
|  | Mentoring programs  | 43.4% |

|  |   |       |
|--|---|-------|
| 28. Corrosion management organizational knowledge is captured and transferred via the following mechanisms (check all that apply).   | Job shadowing   | 32.0% |
|  | Job rotation  | 23.5% |
|  | Networking/community of practice  | 33.8% |
|  | Corporate procedures/standards/work practices   | 52.9% |
|  | Other   | 3.3%  |
| 29. Do corrosion management communications within the organization rarely or never promote the importance of corrosion management practices?   | Corrosion management communications within the organization rarely or never promote the importance of corrosion management practices      | 14.3% |
|  | Corrosion management communications within the organization sometimes promote the importance of corrosion management practices            | 43.4% |
|  | Corrosion management communications within the organization frequently or always promote the importance of corrosion management practices | 33.5% |
| 30. Does a process exist to capture employee corrosion concerns and make them visible to decision-makers (vertical communications)?  | No  | 29.8% |
|  | Yes   | 63.2% |
| 31. Are communications between organizational groups responsible for corrosion management actively encouraged?   | No  | 19.5% |
|  | Yes   | 72.8% |
| 32. Is a process for capturing corrosion lessons learned in place?   | No  | 27.9% |
|  | Yes   | 65.4% |
| 33. Are Key Performance Indicators (KPIs) established to demonstrate effectiveness and improvement of corrosion management?  | No, no KPIs are established to demonstrate effectiveness and improvement of corrosion management  | 37.1% |
|  | Yes, KPIs are established to demonstrate effectiveness of corrosion management  | 23.2% |
|  | Yes, KPIs are established to demonstrate improvement of corrosion management  | 7.7%  |
|  | Yes, KPIs are established to demonstrate both effectiveness and improvement of corrosion management                                       | 25.4% |
| 34. Is a process in place to communicate corrosion management practices to external stakeholders (e.g., regulators, vendors, suppliers, etc.)?   | No  | 39.0% |
|  | Yes   | 54.0% |
| 35. Are corrosion management processes well-defined?   | No  | 36.8% |
|  | Yes   | 57.7% |
| 36. Are corrosion management processes well-documented?  | No  | 31.6% |
|  | Yes   | 62.9% |
| 37. Are corrosion management processes well-communicated?  | No  | 35.3% |
|  | Yes   | 58.5% |
| 38. Are corrosion management processes and tools aligned to and embedded in other disciplines (e.g., Health Safety and Environmental, quality, risk, maintenance, integrity, engineering, etc.)? | No, corrosion management processes and tools are not aligned to and embedded in other disciplines   | 25.4% |
|  | Yes, corrosion management processes and tools are aligned to other disciplines  | 40.8% |
|  | Yes, corrosion management processes are embedded in other disciplines   | 9.6%  |
|  | Yes, corrosion management processes are aligned to and embedded in other disciplines  | 17.3% |
| 39. Do corrosion management processes include risk management (e.g., identification, assessment, and mitigation of both likelihood and consequences)?  | No  | 23.2% |
|  | Yes   | 70.2% |
| 40. Are corrosion management improvements identified, assessed, and prioritized?   | Corrosion management improvements are not identified, assessed, and prioritized   | 15.1% |
|  | Corrosion management improvements are identified, assessed, and prioritized on an ad hoc basis  | 44.9% |
|  | Corrosion management improvements are identified, assessed, and prioritized as part of our standard process                               | 33.1% |
| 41. Are selected corrosion management improvements funded, staffed, and measured for intended results?   | Selected corrosion management improvements are not funded, staffed, and measured for intended results                                     | 20.2% |
|  | Selected corrosion management improvements are funded, staffed, and measured for intended results on an ad hoc basis                      | 41.9% |

|  |   |       |
|--|---|-------|
|  | Selected corrosion management improvements are funded, staffed, and measured for intended results as part of our standard process | 30.2% |
| 42. Do formal organizational management of change processes exist?   | Formal organizational management of change processes do not exist   | 17.3% |
|  | Formal organizational management of change processes exist on an ad hoc basis   | 26.8% |
|  | Formal organizational management of change processes exist as a part of our standard process                                      | 48.2% |
| 43. If yes, do your corrosion management improvements comply with the organizational management of change (MOC) process? | Corrosion management improvements do not comply with the organizational MOC process   | 12.1% |
|  | Corrosion management improvements comply with the organizational MOC process on an ad hoc basis                                   | 34.9% |
|  | Corrosion management improvements comply with the organizational MOC process is a standard part of our process                    | 33.5% |
| 44. Does your organization track the following performance measures (check all that apply)?                              | Failure history   | 72.4% |
|  | Near miss history   | 58.1% |
|  | Cost vs. lifetime   | 36.4% |
|  | Total cost  | 37.9% |
|  | Non-conformance (to corrosion management policies, processes, and standards)  | 48.9% |
|  | Resolution of incidents   | 51.5% |
|  | Impact of resolution or improvements  | 32.4% |
|  | Other   | 0.7%  |