

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**



**“MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE  
COMPRESIÓN MULTIETÁPICO Y DISPENDIO DE 900 MCH  
DE GAS NATURAL VEHICULAR. EE.SS. SERVICENTRO EL  
ASESOR SAC - LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LUIS ERNESTO ANGULO CALDERÓN**

**Callao, Junio, 2016**

**PERÚ**



## ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO PROFESIONAL MODALIDAD: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

A los **VEINTITRES** días del mes de **SETIEMBRE** del dos mil dieciséis, siendo las 15.00 horas, se procedió a la instalación del Jurado de Exposición de Informe de Experiencia Laboral de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (**Resolución Decanal N° 004-2016-D-IEL-J-EXP- IEL**), conformado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE : Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS
- SECRETARIO : Mg. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ
- VOCAL : Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA
- ASESOR : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMAN

Con el fin de dar inicio a la **EXPOSICIÓN DEL INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL** presentado por el Sr. Bachiller LUIS ERNESTO ANGULO CALDERÓN, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, expondrá el Informe de Experiencia Laboral, titulado: **"MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE COMPRESIÓN MULTITÁPICO Y DISPENDIO DE 900MCH DE GAS NATURAL VEHICULAR EE.SS. SERVICENTRO EL ASESOR SAC - LIMA"**

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Exposición de Informe de Experiencia Laboral de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por APROBADO con el calificativo de BUENO (15) al señor Bachiller LUIS ERNESTO ANGULO CALDERÓN.

Con lo que se dio por cerrada la sesión a las 14:30 del día 02 de Setiembre del 2016.

  
Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS  
PRESIDENTE

  
Mg. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ  
SECRETARIO

  
Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA  
VOCAL

  
Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMAN  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este informe por experiencia laboral a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este nuevo plan estratégico de negocios el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
I. OBJETIVOS .....	10
1.1. Objetivo General.....	10
1.2. Objetivos Específicos.....	10
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA .....	11
2.1. Constitución y Tipo de Empresa.....	11
2.2. Misión y Visión.....	11
2.3. Valores .....	11
2.4. Políticas de la Empresa .....	13
2.5. Modelo Organizacional.....	13
III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA .....	17
3.1. Fabricación.....	17
3.2. Mantenimiento .....	17
3.3. Servicio .....	17
3.4. Principales clientes.....	18
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA .....	19
4.1. Descripción del Tema .....	19
4.2. Antecedentes .....	19
4.3. Planteamiento del Problema. ....	21
4.4. Justificación. ....	21
4.5. Marco Teórico.....	22
4.5.1. Estación de Servicio .....	22
4.5.2. Microbox .....	25
4.5.3. Línea de Alimentación al compresor.....	26
4.5.4. Compresor Multietápico .....	27
4.5.5. Sistema de Control del Sistema de Compresión.....	30
4.5.6. Línea de Alta o Descarga del Sistema de Compresión.....	32

4.5.7. Surtidor de Gas Natural Vehicular (GNV) .....	33
4.5.8. Alternativas de Sistemas de Compresión.....	35
4.5.9. Marco Normativo .....	37
4.5.10. Marco Legal.....	38
4.6. Fases del Proyecto.....	39
4.6.1. Fase I: Acciones Preliminares de Ingeniería.....	43
4.6.1.1 Recepción y revisión de expediente técnico.....	43
4.6.1.2. Inspección y Verificación de la Línea de Alimentación al Compresor. ....	43
4.6.1.3. Inspección de la línea de fuerza y de control.....	46
4.6.1.4. Selección del Compresor y especificaciones técnicas. ....	47
4.6.1.6. Inspección Visual del Sistema de Compresión y Surtidores. ....	51
4.6.2. Fase II: Montaje del Sistema de Compresión .....	52
4.6.2.1. Montaje del Sistema de Compresión y Anclaje del Microbox .....	52
4.6.2.2. Alineamiento laser del motor - compresor. ....	54
4.6.2.4. Anclaje y Montaje del Surtidor de GNV .....	56
4.6.2.5. Barrido y limpieza de la línea interna del compresor. ....	57
4.6.3. Fase III: Puesta en Marcha del Sistema de Compresión.....	57
4.6.3.1. Verificación y Medición de la Energía Eléctrica del Sistema de Compresión.....	58
4.6.3.2. Verificación de alarmas e ingreso de datos del sistema de compresión.....	58
4.6.3.3. Pre-lubricación y giro en vacío del motor eléctrico.....	58
4.6.3.4. Presurización y Regulación de la Presión de entrada al compresor. .....	59
4.6.3.5. Arranque del Compresor y Venteo del Tanque de Almacenamiento. .....	59
4.6.3.6. Barrido y limpieza de la Línea de Alta Presión.....	60
4.6.3.7. Verificación de la línea de salida y prueba de hermeticidad. ....	61
4.6.3.8. Regulación y Puesta a punto del Surtidor. ....	61
4.6.4. Fase IV: Pruebas y protocolo de conformidad .....	61
4.6.4.1. Pruebas con carga y calibración de los surtidores. ....	61
4.6.4.2. Protocolo de pruebas. ....	62

4.6.4.3. Conformidad del sistema de compresión.....	69
4.6.4.4. Plan de Contingencia.....	70
4.6.4.5. Certificado de Garantía .....	72
V. EVALUACION TÉCNICO – ECONÓMICO .....	76
5.1. Evaluación Técnico:.....	76
5.1.1. Plan de trabajo: .....	76
5.2. Evaluación Económica.....	77
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
6.1. Conclusiones: .....	80
6.2. Recomendaciones: .....	80
VII. REFERENCIALES.....	82
VIII. ANEXOS y PLANOS .....	83
8.1. Anexos: .....	83
8.1.1. Manual de Seguridad Microbox-Sistema Contra Incendios.....	84
8.1.2. Modificación del D.S N° 050-2007-E.M .....	88
8.1.3. Normas Asme .....	90
8.1.4. Manual de Mantenimiento del Microbox .....	92
8.1.5. Enersave Ahorro Inteligente.....	94
8.1.6. Manual Técnico de Operación y Puesta en Marcha .....	97
8.1.7. Clasificación de Áreas Peligrosas .....	105
8.1.8. Disposiciones para Simplificación de Procedimientos.....	127
8.1.9. Planilla de Componentes Mx 404.....	131
8.1.10.Data Sheet Mx 404 .....	134
8.2. Planos.....	135
8.2.1. Plano P&D... .....	136

## INTRODUCCIÓN

El mercado peruano de Gas Natural Vehicular se viene desarrollando de manera progresiva por la gran demanda de este combustible amigable con el medio ambiente con respecto a los combustibles líquidos.

Según la Cámara Peruana de GNV (CPGNV), hasta agosto del 2015 circulaban en Lima alrededor de 95.242 unidades y se consideró que a fines de año se proyectaba a los 100 mil vehículos aptos para utilizar el GNV. Es así que Cálidda señala que este año las estaciones que comercializan el GNV aumentarían de 180 a 200 aproximadamente, estimando que cada mes se realicen de 2000 a 3000 conversiones.

Ante la problemática de contar con nuevas estaciones de servicio de dispensio de gas natural vehicular, la empresa **FLF SOLUCIONES TÉCNICAS SAC** a solicitud del cliente **ESTACIÓN DE SERVICIOS EL ASESOR SAC** dio inicio a las operaciones del sistema de compresión y dispensio de GNV con la supervisión de OSINERGMIN. En tal sentido el presente Informe por Experiencia Laboral, titulado: **“MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE COMPRESION MULTIETAPICO Y DISPENDIO DE 900 MCH DE GAS NATURAL VEHICULAR. EE.SS. SERVICENTRO EL ASESOR SAC - LIMA”**, tuvo como propósito garantizar la operatividad del sistema de compresión a fin de cubrir la demanda del mercado en forma segura, cumpliendo con la normatividad establecida en la **NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP)**.

El referido informe, se desarrolló de la siguiente manera:

**Fase I: Acciones Preliminares de Ingeniería:** Se hizo la recepción y revisión del expediente técnico, la Inspección y verificación de la línea de alimentación al compresor, Inspección de la línea de fuerza y de control, Selección del Compresor y verificación de sus componentes internos, Verificación de las Obras Civiles.

**Fase II: Montaje del Sistema de Compresión:** Se dio detalles del Montaje del Sistema de Compresión y Anclaje del Microbox, Alineamiento del motor-compresor, Conexión de Línea de Alta y baja e Instalaciones Eléctricas del Microbox, Anclaje y Montaje del Dispensador de GNV, Barrido y limpieza de la línea interna del compresor.

**Fase III: Puesta en Marcha del Sistema de Compresión:** Se efectuó la Verificación y Medición de la Energía Eléctrica del Sistema de Compresión, Verificación de alarmas e ingreso de datos del sistema de compresión, Pre-lubricación y giro en vacío del motor eléctrico. Presurización y Regulación de la Presión de entrada al compresor, Arranque del Compresor y Venteo del Tanque de almacenamiento. Barrido y limpieza de la Línea de Alta Presión, Verificación de la línea de salida y prueba de hermeticidad. Regulación y Puesta a punto del Surtidor.

**Fase IV: Pruebas y protocolo de conformidad:** Pruebas con carga y calibración de los surtidores. Protocolo de pruebas. Conformidad del sistema de compresión. Por lo que con la finalidad de promover el uso masivo del combustible GNV por ser más económico y menos contaminante, el **Fondo de Inclusión Social Energético (FISE)** debería seguir financiando la conversión de vehículos en Lima, Callao e Ica para que utilicen **Gas Natural Vehicular (GNV)** como combustible, esto haría que se amplíen o aumenten las Estaciones de Servicio.

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Satisfacer la demanda de 900 MCH de Gas Natural Vehicular de la Estación de Servicio Servicentro El Asesor SAC, mediante la operatividad del sistema de compresión en forma segura, basado en los marcos normativos vigentes.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el Dossier de Calidad del Sistema de Compresión como acciones preliminares al montaje del Compresor Multietápico Microbox MXS 185-4-1800-5.
- Verificar y efectuar en forma sistemática el montaje del sistema de compresión de gas natural.
- Realizar el arranque inicial y la puesta a punto del sistema de compresión en vacío y con carga, a fin de garantizar la operatividad del sistema.
- Cumplir con los protocolos de pruebas exigidos por la entidad reguladora, para poder contar con la aprobación del Informe Técnico Favorable extendido por OSINERGMIN.

## II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1. Constitución y Tipo de Empresa:

Empresa: FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC

RUC: 20546121331

Denominación Comercial: SOLUTEC SAC

Tipo de Empresa: Sociedad Anónima Cerrada

Fundación: 21-12-2011

Dirección Fiscal: Cal.de la fuente nro. 312 urb. Santa catalina (alt cdra. 5 av. Canadá) Lima - Lima - la Victoria

### 2.2. Misión y Visión

**Misión:** Ofrecer un servicio garantizado a nuestros clientes en el mantenimiento del Sistema de Compresión de Gas Natural para plantas madres, Estaciones hijas, Plantas Reguladoras y Estaciones de Servicio de Gas Natural; para ellos contamos con un personal altamente calificado y comprometido con la problemática de nuestros clientes.

**Visión:** Ser una empresa líder en el mercado nacional e internacional en el rubro de Proyectos de Hidrocarburos y Montaje, Puesta en Marcha y Mantenimiento de Sistema de Compresión de Gas Natural.

### 2.3. Valores

- **Enfoque al Cliente:**

En nuestra Empresa estamos comprometidos por reconocer y entender las necesidades de nuestros clientes, para que basados en nuestra experiencia, podamos desarrollar soluciones adecuadas, cumplir con sus expectativas y eventualmente superarlas.

Reconocemos que en la satisfacción de nuestros clientes se basará cualquier aspiración de crecimiento y mejora para nuestra Empresa.

- **Responsabilidad :**

Nos reconocemos con responsabilidad ante los resultados de nuestras acciones y decisiones. Conscientes de lo que esto implica, nos aseguramos de dar cumplimiento a todas nuestras obligaciones, tanto internas como externas, legales y normativas, con la comunidad y con el medio ambiente.

Deseamos compartir a todos con quienes interactuamos, la confianza y la seguridad que se obtiene cuando se obra responsablemente.

- **Integridad:**

La honradez, la verdad y la congruencia son compromisos en la empresa que impulsan acciones para que su actuar obedezca a una estrategia de ética y transparencia.

Practicamos una comunicación clara y honesta y nos asumimos dispuestos a escucharen el mismo sentido. Promovemos valores y hábitos entre nuestros colaboradores para preservar el patrimonio de nuestros clientes, de las personas y de la empresa.

- **Respeto a la persona:**

En la empresa reconocemos el valor y la dignidad de las personas. Somos sensibles de la realidad social y económica de nuestro País, por ello es que entre nuestro personal promovemos su desarrollo integral a través de la capacitación permanente que les permita obtener los conocimientos y habilidades necesarias para poder ejecutar con calidad trabajos dignos con los que obtengan los elementos necesarios para mejorar las condiciones de vida de ellos y sus familias.

- **Innovación:**

El liderazgo de la empresa conseguido en el pasado, solo se podrá mantenerse a través de la innovación de procesos, técnicas, soluciones, productos y servicios que ofrecemos en el mercado. Es por esto que permanentemente buscamos mejorar

nuestros materiales, equipos, herramientas y conocimientos técnicos para que se traduzcan en beneficio a nuestros clientes y generen un desarrollo sustentable entre la comunidad.

- **Espíritu de Trabajo:**

Conocemos las bondades del trabajo en equipo, de la interrelación de los procesos y de la vinculación de áreas. Sabemos que las nuevas ideas, el espíritu de servicio, el respeto y el aprendizaje colaborativo, terminan por generar un ambiente adecuado para el desarrollo exitoso de las personas y los negocios. Por esto es que promovemos un adecuado ambiente laboral en donde las relaciones y el cumplimiento de responsabilidades fluyan con calidez, respeto y vocación por el servicio.

#### **2.4. Políticas de la Empresa**

Las políticas de FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC son compromisos de la empresa y de los trabajadores, estamos alineados a cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa y su modelo de negocio.

- **Política Seguridad y Salud Ocupacional**

Estamos comprometidos con la seguridad y el cuidado de las personas.

Entendemos que la seguridad y la salud en nuestro ambiente laboral es un valor prioritario.

- **Comprometidos con nuestra Política Ambiental**

Estamos comprometidos con el desarrollo armonioso y sostenible de la sociedad y con el cuidado activo del medio ambiente.

- **Comprometidos con nuestra Política de Calidad**

Nos comprometemos a emplear toda nuestra capacidad en la mejora continua de la calidad de nuestro Sistema de Gestión

#### **2.5. Modelo Organizacional**

La estructura organizacional de la empresa se muestra en el organigrama siguiente:

**Gráfico N° 1. ORGANIGRAMA DE FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC**



**Fuente.** Empresa FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC

La descripción de las responsabilidades de cada uno de los cargos, es:

- **Gerente General:** Es también el representante legal de la empresa, el que se encarga de realizar la toma de decisiones a nivel macro, el que se encarga del lineamiento del rubro de la empresa, nuevas oportunidades de negocio, negociación con clientes potenciales.
- **Administrador:** Encargado de las coordinaciones directas con el área de operaciones, sobre el plan de trabajo establecido para cada semana, provee los fondos para que se puedan llevar a cabo sin inconvenientes. Del mismo modo lleva un orden sobre la facturación mensual y tiene registro de las compras, gastos, pago de proveedores, créditos y otras obligaciones que pueda tener la empresa con terceros o con sus propios empleados. Se encarga de la negociación de la venta de repuestos, propuestas económicas, plazos de pago, moneda y tipo de cambio.
- **Ingeniería de Proyectos:** Se encarga del estudio de factibilidad y ejecución de proyectos de Hidrocarburos, Montaje, Puesta en Marcha, Asesoría y Recertificación de Equipos de Compresión y Regulación de Gas Natural. Así mismo se diseñan programas de Mantenimiento de Sistemas de Compresión de Gas Natural.
- **Jefe de Operaciones:** Se hace cargo del plan de trabajo semanal, visitas, mantenimientos, correctivos en cualquiera de las sedes de los clientes de la empresa, además es quien realiza las coordinaciones del personal, de la distribución de la carga laboral y de el planteamiento de fechas para las intervenciones en los compresores o PRP. Del mismo modo el Jefe de Operaciones tiene un registro de las Horas en Marcha de cada compresor y le hace un seguimiento constante para estar siempre a la par con las indicaciones que se envían desde fábrica.
- **Jefe de Logística:** Encargado del suministro, compra y venta de repuestos que se empleen en los servicios ofrecidos por la empresa, debe llevar un

control de su inventario diario, semanal y mensual, tener un registro de ingresos y salidas, incluyendo los consumibles. Debe informar el estado de su inventario con regularidad al área de Administración para que se puedan realizar las importaciones necesarias o pedir los fondos necesarios para realizar las compras necesarias, coordinando siempre con el Jefe de Operaciones y con el VB de la Gerencia.

- **Técnico de Mantenimiento:** Encargado del trabajo directo en los compresores o PRP, quien realiza todos los procesos indicados por fábrica para el correcto mantenimiento de los equipos, es la cara de la empresa frente a los clientes en lo que a operatividad se refiere. Realiza las visitas, orienta a los operadores y/o jefes de playa, realiza los correctivos y genera un reporte técnico en el cual indica todos los pormenores del servicio que ha realizados.
- **Técnico de Mantenimiento Senior:** Realiza las mismas funciones que su antecesor, pero tiene el agregado de ser la persona que toma las decisiones cuando el Jefe de Operaciones no se encuentra disponible.
- **Contador:** No pertenece directamente a la empresa, tiene una función de asesoría, se encarga de las declaraciones de impuestos mensuales y de todo tipo de proceso administrativo de la empresa frente a la SUNAT.

### **III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA**

#### **3.1. Fabricación.**

Aseguramiento de la Calidad, en:

- La Fabricación de tanques de almacenamiento de GLP hasta 10000 Galones, según normas nacionales e internacionales.
- La Fabricación de Tanques Horizontales y Verticales para el almacenamiento de hidrocarburos líquidos.
- La Fabricación de Tijerales del tipo Parabólicos, Rectos y a dos aguas.

#### **3.2. Mantenimiento**

Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de Compresores de Gas Natural y Plantas Reguladoras de Presión (PRP) marca GALILEO, ASPRO y AGIRA, en el cual llevamos a cabo procesos indicados por fábrica, en las que se realizan las mediciones y desgastes de los componentes utilizando elementos de instrumentación que nos indican el tiempo de vida de los mismos.

Así mismo, se analizará la Criticidad de Fallas en los Componentes de los Equipos de Compresión de Gas Natural y los Ensayos no Destructivos correspondientes.

#### **3.3. Servicio**

Servicio de inspección técnica semanal, regulación y monitoreo de presiones y temperaturas, limpieza de los equipos en general, correcciones en los sistemas y procesos en los que pueda presentarse alguna falla que no permita el correcto funcionamiento del compresor o la PRP.

### 3.4. Principales clientes

Los potenciales clientes a quienes la empresa brinda sus servicios de asesoría, mantenimiento y proyectos, se detallan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°1. CLIENTES DE FLF SOLUCIONES TÉCNICAS SAC**

N°	CLIENTES	RUC
1	CAFAE-SE	20155611147
2	Kapala SAC	20510890222
3	E & G: Estaciones y Gasocentros Perú SAC.	20514599620
4	Ajinomoto del Perú SA.	20100085063
5	Inversiones MAVU S.A.C.	20536616960
6	KFG Inversiones S.A.C.	20524062420
7	La Llave S.A.	20503382742
8	Sudamericana de Fibras SA	20330791684
9	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET.	20112919377
10	Estación de servicios Monte Everest S.A.C.	20511193045
11	C y Q Ingeniería e Instrumentación S.A.C.	20477947141

**Fuente.** Elaboración Propia

## **IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA**

### **4.1. Descripción del Tema**

El mercado peruano de Gas Natural Vehicular se viene incrementando de manera progresiva por la gran demanda de este por ser ecológico y rentable. Es así que Cálidda señala que este año las estaciones de servicio que comercializanel GNV aumentarían de 180 a 200 aproximadamente entre Lima, Callao e Ica, estimando que cada mes se realicen más conversiones.

Ante la problemática de contar con nuevas estaciones de servicio de dispendio de gas natural vehicular, el cliente **EE.SS. SERVICENTRO EL ASESOR SAC - LIMA** solicitó a la empresa **FLF SOLUCIONES TÉCNICAS SAC** los trabajos de ingeniería para la operación del sistema de compresión hasta 900 MCH de GNV, con la supervisión y aprobación de OSINERGMIN.

### **4.2. Antecedentes**

La tesis titulada: “**CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE VEHÍCULOS A GAS NATURAL**”, presentada el 2008 por: SERGIO ANGEL ANTONIO LÓPEZ ROJAS, se encuentra en la biblioteca de la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA de la PUCP.

Se puede resaltar que la tesis mencionada anteriormente da las pautas para la conversión de los vehículos a gas natural, con la finalidad de presentar de manera ordenada los procedimientos de la misma, así como de los controles que deben realizarse antes de y luego de realizada la conversión. Este trabajo lo que busca es ser una base para iniciar, o continuar, ahondando en los efectos que produce sobre los diversos sistemas del vehículo convertido. Esto contribuye al aumento de la operatividad de nuevas estaciones de servicio.

La tesis titulada: **“EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DEL GAS NATURAL VEHICULAR COMO UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR EMISIONES PELIGROSAS”**, presentada el 2011 por: RILIMAR CÁCERES ISABELLA y MARIANA MALLÓN MARÍN, se encuentra en la biblioteca de la ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA CURSOS ESPECIALES DE GRADO de la UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI

En este trabajo, se realizó un estudio sobre la situación actual de Venezuela con el uso de GNV como combustible con respecto a los demás países del mundo, resultando que el país cuenta con las mayores reservas probadas de gas en Latinoamérica y como octavo a nivel mundial, para este año se cuenta con 64.818 vehículos convertidos transitando en el territorio nacional y 134 estaciones de servicio aproximadamente; cifra que indica que un pequeño porcentaje de la población usa el gas, ya que más de 7 millones de automóviles usan la gasolina como combustible preferencial. Siguiendo las expectativas de los países pioneros en la utilización del gas como combustible automotor, Venezuela cuenta con tecnología de punta para realizar el proceso de conversión de los vehículos al sistema dual (gasolina-GNV), esta tecnología se denomina quinta generación o presión positiva y trae beneficios como menor pérdida de potencia en el motor, ahorro de combustible y menos emisiones contaminantes en comparación con la tecnología de tercera generación.

La tesis titulada: **“EVALUACIÓN DEL PLAN DE MASIFICACIÓN DEL CONSUMO DEL GNV EN EL PARQUE AUTOMOTOR LIVIANO DE LIMA METROPOLITANA”**, presentada el 201 por: HUGO ELISEO GAMARRA CHINCHAY y FRANCISCO MANUEL UGARTE PALACIN, se encuentra en la biblioteca de la FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA SECCIÓN DE POSGRADO de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.

Consistió en determinar los empirismos aplicativos, carencias y deficiencias que se dan con la masificación del consumo del GNV en el parque automotor liviano de Lima metropolitana. El estudio se justificó por ser un tema de actualidad y se sustentó por su trascendencia y relevancia ya que nos permitió explicar los motivos por los cuales la masificación del consumo del GNV no avanza adecuadamente.

La tesis titulada: **“EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE UN GASOCENTRO VIRTUAL DE GAS NATURAL VEHICULAR EN LA CIUDAD DE HUACHO”**, presentada el 2011 por: MILCIADES CORTIJO LÁZARO, se encuentra en la biblioteca de la FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA SECCIÓN DE POSGRADO Y SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.

La presente tesis detalla la evaluación de la factibilidad técnica y económica, de la instalación de un Gasocentro virtual de gas natural vehicular, en la ciudad de Huacho, el cual le permitió satisfacer la demanda existente.

#### **4.3. Planteamiento del Problema.**

¿De qué manera la sistematización de la operatividad del sistema de compresión de gas natural contribuirá con satisfacer la demanda de la Estación de Servicio Servicentro El Asesor?

#### **4.4. Justificación.**

Presenta una justificación tecnológica, porque permitió aplicar conocimientos actualizados en el dispendio del gas natural vehicular, mediante un sistema de compresión exigente a los marcos normativos nacional e internacionales existentes del caso.

El resultado del problema objeto de estudio permitió mejorar el ecosistema con utilización de energía limpia, mejorando la calidad de vida las sociedades emergentes.

Tiene una justificación metodológica puesto que se hizo un desarrollo sistematizado del sistema de compresión de gas natural vehicular, con resultados técnicos económicos favorables.

## **4.5. Marco Teórico**

### **4.5.1. Estación de Servicio**

Bien inmueble donde se vende al público Gas Natural Vehicular (GNV) para uso automotor a través de dispensadores. A su vez, se pueden vender otros productos como lubricantes, filtros, baterías, llantas y demás accesorios; así como prestar otros servicios en instalaciones adecuadas y aprobadas por el OSINERGMIN. Los establecimientos de venta al público de GNV serán abastecidos directamente de la Red de distribución por ductos; así como también podrán ser abastecidos mediante sistemas alternativos, tales como:

Gas Natural Comprimido (GNC)

Gas Natural Licuefactado (GNL)

Los componentes principales de una Estación de Servicio son:

1. Red de distribución
2. Tubería de conexión.
3. Válvula de Servicio tipo Bola.
4. Accesorios de Ingreso a la Estación (AIE).
5. Estación de Medición.
6. Recinto de la Estación de Filtración.
7. Tubería de baja Presión SCH 40.
8. Compresor Multietápico MXS 185 – 4 – 1800 – 5.

9. Tanque Vertical de Almacenamiento de GNV.
10. Bunker.
11. Tubería de Alta Presión.
12. Surtidores.
13. Tableros de Control.
14. Subestación Eléctrica.

**Figura N°1.** Estación de Servicio de Gas Natural



**Fuente.**GFGN Osiner gmin

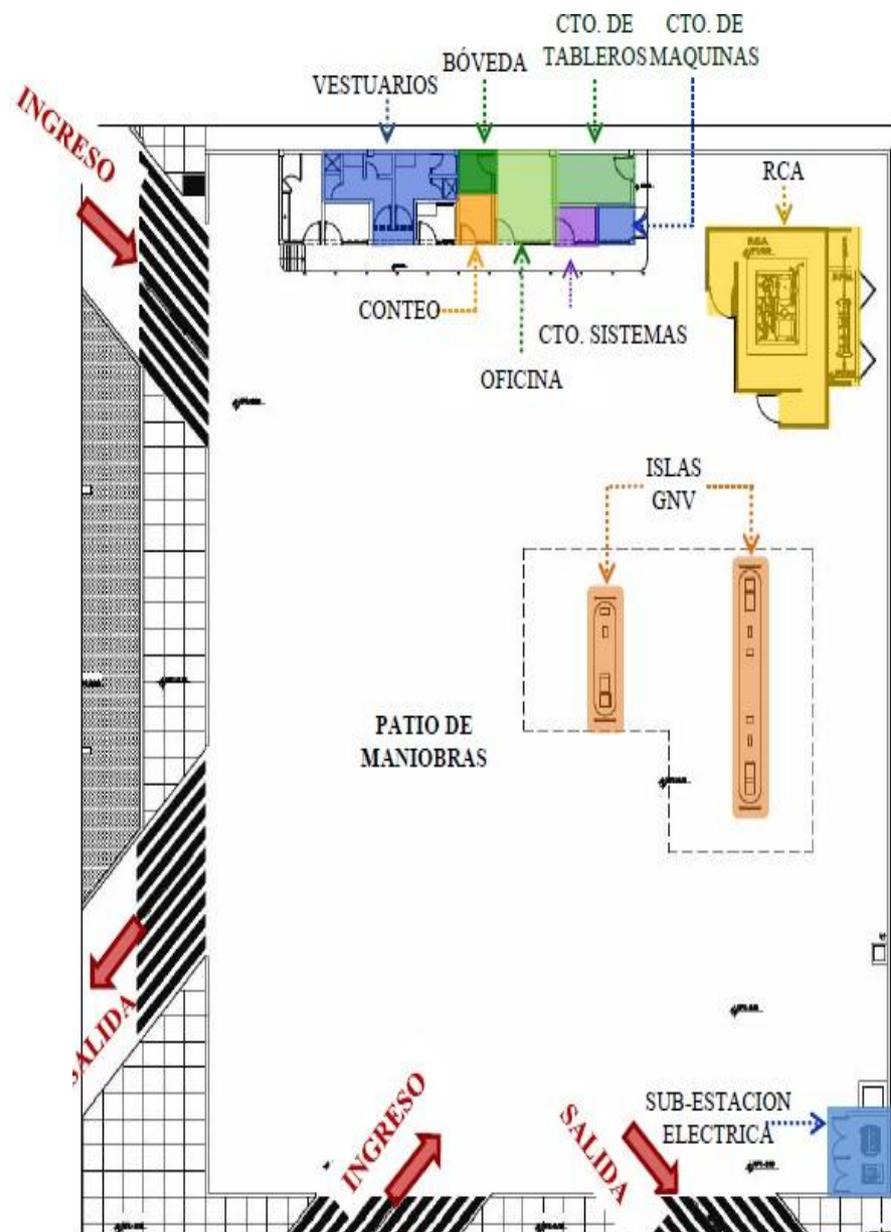
Por lo que la Estación de servicio es el punto de venta de combustible y lubricantes para vehículos motorizados. Aunque en teoría pueden establecerse y comprar libremente, las estaciones de servicio normalmente se asocian con las grandes empresas distribuidoras, con contratos de exclusividad.

Generalmente, las estaciones de servicio ofrecen gasolina y gasóleo, ambos derivados del petróleo. Algunas estaciones proveen combustibles alternativos, como gas licuado del petróleo (GLP), gas natural, gas natural

comprimido, etanol, gasohol, biodiesel, hidrógeno y keroseno. Asimismo, en algunos países también venden bombonas de butano. Una estación de servicio que permite abastecer a vehículos eléctricos se la denomina electrolinería.

Los elementos esenciales de las gasolineras son los surtidores y los depósitos.

**Esquema N°1.** Distribución de la Estación de Servicio.



**Fuente.** Investigación, Proyectos, Investigación (IPC)- Perú

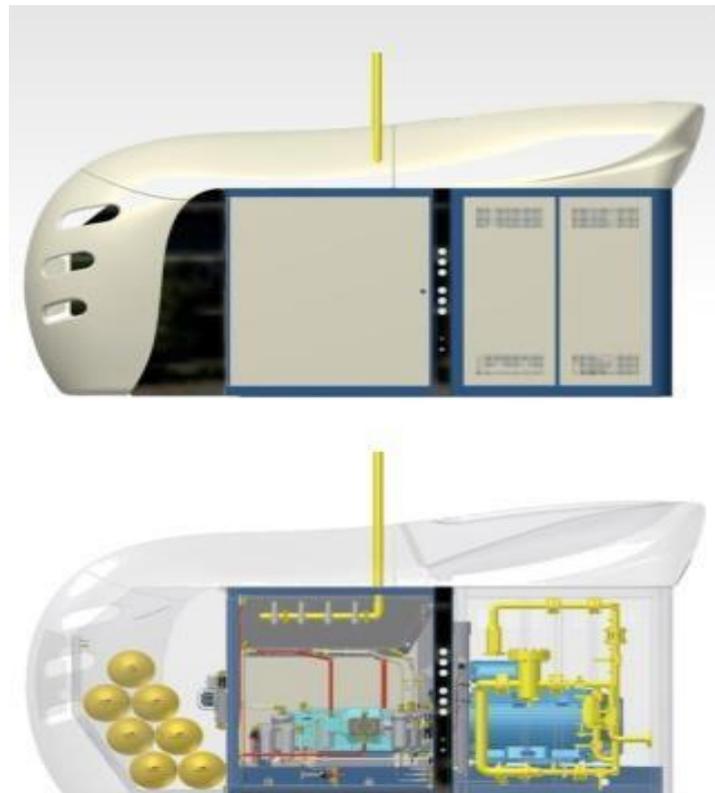
#### 4.5.2. Microbox

Es el equipo que se ubica al tope de nuestra línea modular de compresores para estaciones de GNV. Intrínsecamente seguro y fácil de utilizar, representa el más avanzado estado del arte de la industria del GNV.

El diseño paquetizado, exclusivo de GNV Galileo, reduce al mínimo la construcción de obras adicionales y tiempos de instalación.

Su modularidad, bajo peso, económico traslado y Fácil instalación hacen del mismo la solución más ágil para eventuales expansiones, cambios de radicación y obtención de créditos bancarios.

**Figura N° 2.** Equipo Microbox

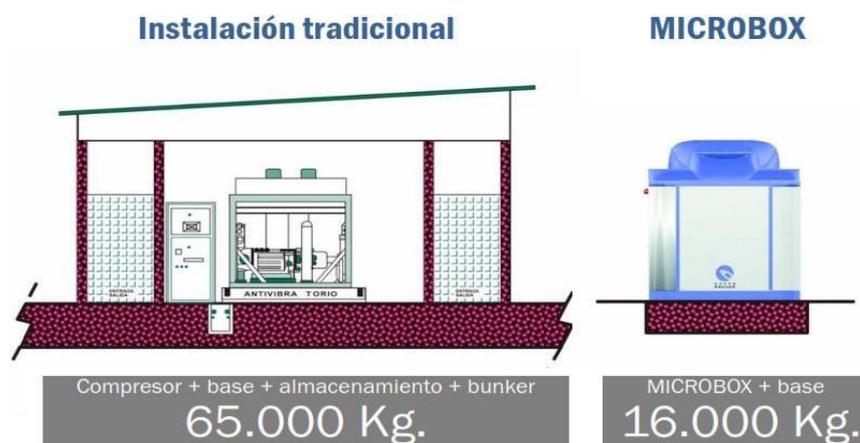


**Fuente.** Manual de Galileo

### Ventajas Generadas:

- Importante en las bases y en la losa necesaria si se coloca el compresor en Planta Alta.
- Facilidad de Instalación y menos días de obra para el montaje.

**Figura N°3.** Comparación de las Instalaciones Tradicionales y Microbox.



**Fuente.** Manual de Galileo

### 4.5.3. Línea de Alimentación al compresor

La línea de alimentación del compresor viene a ser el sistema armado de tuberías que derivan de una matriz acoplada según la distribución del proveedor de Gas Natural (Cálidda) que mediante una solicitud de factibilidad de servicio, el proveedor elabora un cálculo según el diámetro de la tubería y el caudal que pasa por dicha línea y haciendo un análisis de ventas promedios que puede generar dicha estación ellos le pueden brindar el máximo caudal que puede vender la estación y con ello e inicia el proceso de selección, esto va acompañado con el rango mínimo y máximo que puede brindar dicha matriz de tubería sea principal, derivación o ramal. El proveedor instalador de la estación se encarga de hacer todas las instalaciones previas que consta de la extensión de tubería que sale de la matriz hasta la cámara de válvulas que llega hasta el límite de propiedad de la estación.

Luego el instalador de la estación se encarga de acoplar la tubería desde la cámara de válvulas hasta el empalme que se une con la entrada del compresor.

**Figura N°4.** Línea de Alimentación al compresor



**Fuente.** Elaboración Propia

#### 4.5.4. Compresor Multietápico

Es una máquina que tiene la finalidad de elevar la presión de un fluido compresible (un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores) sobre el que opera. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Se distinguen de los turbo soplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión pues estos últimos manejan grandes cantidades de gas sin modificar sensiblemente su presión.

Un compresor admite gas o vapor a una presión  $p_1$  dada, descargándolo a una presión  $p_2$  superior. La energía necesaria para efectuar este trabajo la proporciona un motor eléctrico o una turbina.

Los compresores se emplean para aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola,

inflamamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otro es el compresor de refrigeración, empleado para comprimir el gas del vaporizador. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.

- Cálculo de las Presiones Intermedias:

Considerando una compresión ideal con enfriamiento a presión constante, se consigue un trabajo mínimo y la presión intermedia <sup>1</sup>, queda determinada por:

$$P_a = P_b = \sqrt[z]{P_1^{z-1} * P_2}$$

**Donde:**

- **Z** = Número de Etapas.
- **Pa, Pb, Pc, Pd** = Presiones Intermedias.

Reemplazando valores en la ecuación anterior se obtiene las presiones intermedias en cada una de las etapas:

$$P_a = P_b = \sqrt[4]{5^3 * 250} = 13.29 \text{ bar}$$

$$P_c = P_d = \sqrt[3]{13.29^2 * 250} = 35.35 \text{ bar}$$

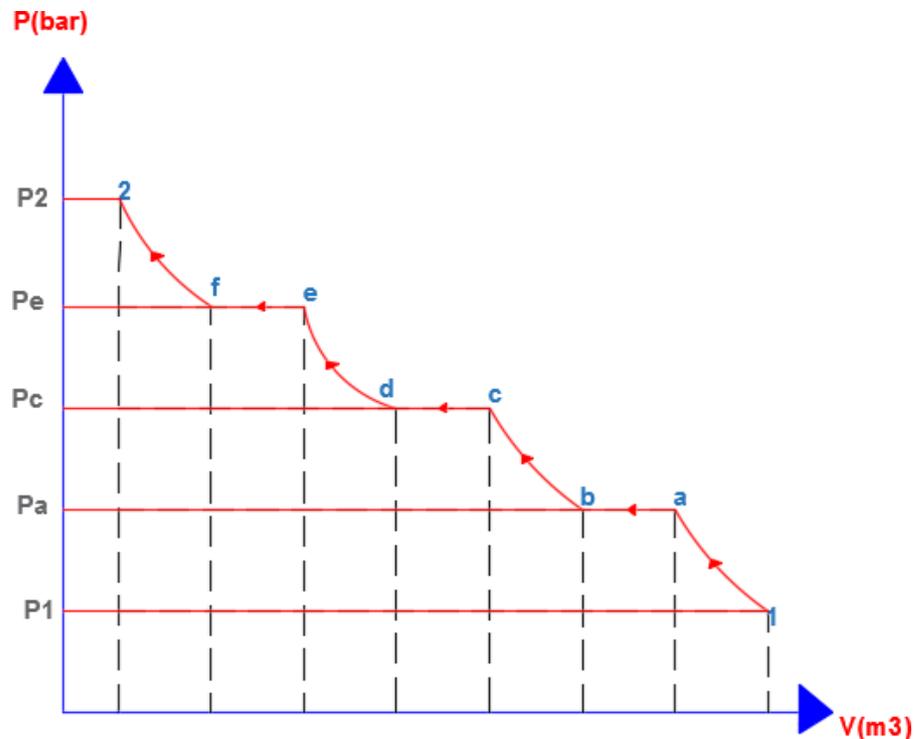
$$P_e = P_f = \sqrt{35.35 * 250} = 94.01 \text{ bar}$$

En el Gráfico se observa, que el trabajo de compresión Multietápico es menor que la compresión en una sola etapa.

---

<sup>1</sup> M. David Burghardt. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. Segunda Edición Página 347

**Gráfico N° 2.** Diagrama P-V del Compresor Multietápico



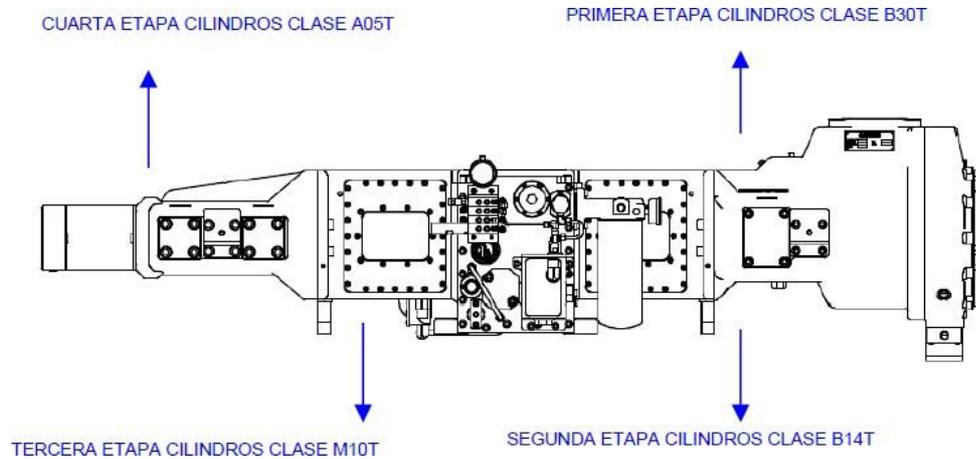
**Fuente.** Elaboración Propia

En las diversas Estaciones de Servicio en el país por lo general se utilizan Compresores Multietápico de 3 o 4 Etapas según la Presión de entrada de la Matriz de Gas Natural del Distribuidor (CÁLIDDA).

Para la Estación Servicentro El Asesor S.A.C se utilizará según especificación del proyecto un compresor Galileo con características técnicas siguientes:

- Modelo MXS 185 – 4 – 1800 – 5
- Serie MX 404
- Número de etapas : 4

**Figura N°5.** Compresor de 4 etapas – Vista de Planta



**Fuente.** Manual de Galileo

**Tabla 1.** Especificaciones Técnicas: Presión – Diámetro del Pistón por Etapa

N°	MODELO DE PISTÓN - Ø (mm)	VARIACIÓN DE PRESIÓN (bar)
1° ETAPA	B30T - Ø220	5 a 20
2° ETAPA	B14T - Ø120	20 a 55
3° ETAPA	M10T - Ø90	55 a 110
4 ° ETAPA	A05T - Ø45	110 a 250

**Fuente.** Manual de Galileo

- Enfriamiento por Aire con Aletas Disipadoras.

#### 4.5.5. Sistema de Control del Sistema de Compresión

El sistema de control del equipo de compresión está dado por una serie de dispositivos que controlan el desempeño del equipo estando en reposo y comprimiendo.

Componentes:

- Detección de gas.

- Detector de calor.
- Sensor de temperatura sensor de presión.
- Sensor de nivel de aceite.
- Sensor de presión.
- Tanque de CO<sub>2</sub>

**Figura N°6.** Sistema de Control del Sistema de Compresión



**Fuente.** Elaboración Propia

**Figura N°7.** Compresor de 4 etapas – Vista Frontal



**Fuente.** Elaboración Propia

#### 4.5.6. Línea de Alta o Descarga del Sistema de Compresión

La presión del gas natural en la línea de alta o descarga es de 250 bar, según la norma NTP 111.019: “Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV)” .La tubería es de Acero al carbono B53 SCH 160 de  $\varnothing$  1in nominal, establecida por el  $\varnothing$  de salida del Compresor.

Así mismo el sistema cuenta con singularidades (codos de 45,90 R - C soldados a tope, válvulas de bola de  $\varnothing$  1 in roscadas; válvula actuada de  $\varnothing$  1in controlada por un transductor de presión, reductores de acero inoxidable BUSHING de  $\varnothing$  1 a  $\varnothing$  1/2 in ; Tubing Flexible de  $\varnothing$  1/2 in de acero inoxidable con espesor de pared de 0.053 in para una presión de trabajo hasta 350 bar, conectores rectos de 1/2 in NTP x 1/2 in OD y sensores ( presión y temperatura).

**Figura N°8.** Línea de Alta o Descarga del Sistema de Compresión



**Fuente.** Elaboración Propia

#### **4.5.7. Surtidor de Gas Natural Vehicular (GNV)**

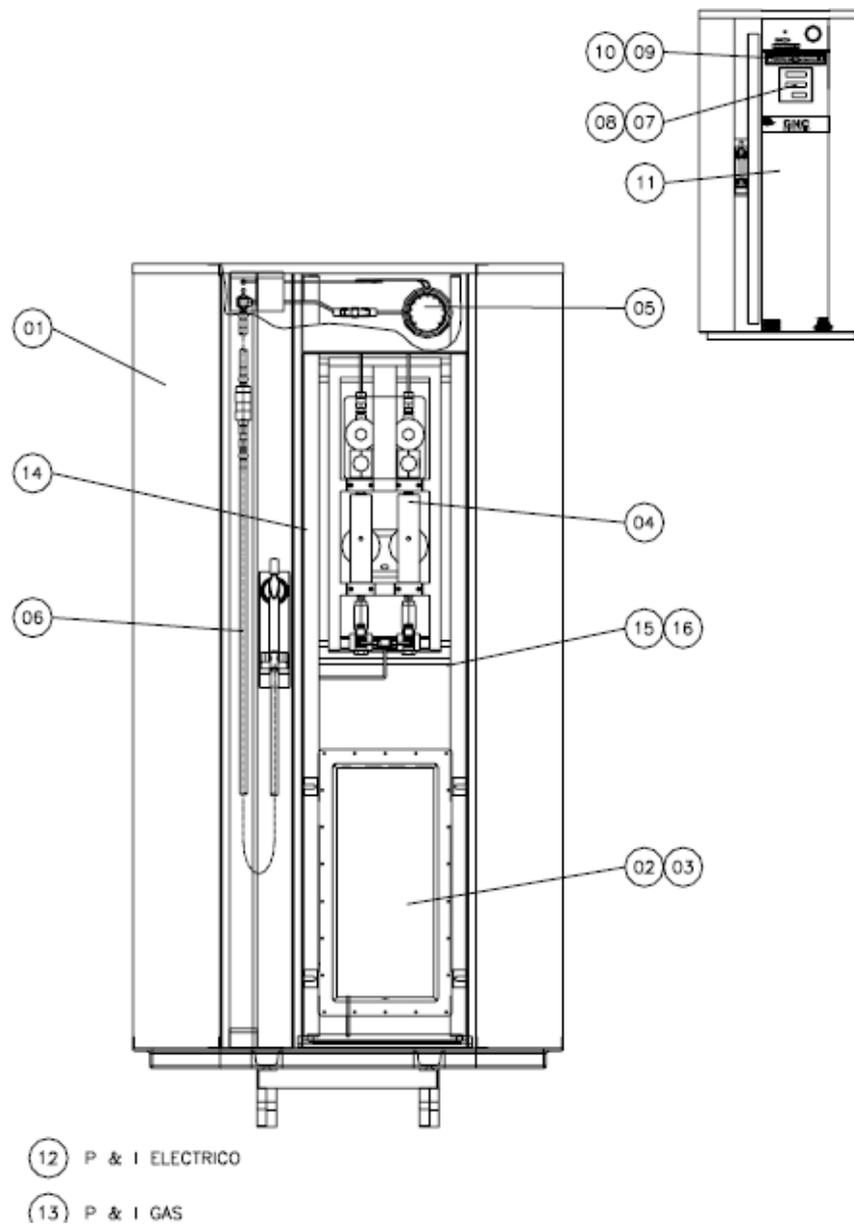
Existen 2 tipos de surtidores de acuerdo al gasto volumétrico del gas natural proporcionado por la demanda.

Surtidores de bajo caudal hasta 300 mch

Surtidores de alto caudal hasta 600 mch

En nuestro caso el dispendio se hace con un surtidor de bajo caudal para autos livianos.

**Figura N°9.** Surtidor de Gas Natural Vehicular (GNV) - Marca Galileo



**Fuente.** Manual de Galileo

**Tabla N°2.** Componentes del Surtidor

N°	DESCRIPCIÓN
1	CHASSIS REG. UNIV
2	BOX APE SET EM 365X300X215
3	CONTROL PANNEL EMI W2H DEVELCO
4	RACK SET 1W 2H
5	MANOMETER SET WITH CONTACT 2H
6	HOSE SET 3/8"
7	CARRIER DISPLAY SGNC-68
8	SEPARAT SUPPORT DISPLAY
9	PUSH BUTTON Ø WITH RETENTION
10	BLOCK CONTACT 1 NC
11	P&I ELECTRIC DEVELCO 1W 2H
12	P&I GAS DISPENSER 1W2H6KG/MIN
13	CABLE CANAL NOTCH 30X50
14	SEAL BASE
15	SEAL 3.5X150 MM

**Fuente.** Manual de Galileo

#### **4.5.8. Alternativas de Sistemas de Compresión**

En el mercado nacional existen varias marcas y modelos de Sistemas de Compresión de Gas Natural Vehicular que permiten satisfacer la demanda solicitada por el cliente.

En nuestro hemos tomado como referencia a las marcas: GALILEO, ASPRO Y AGIRA, por tener mayor aceptación técnico – económica en el mercado.

**Tabla N°3.** Comparación del compresor paquetizado Aspro, Agira y Galileo

PAQUETIZADO	POTENCIA (KW)	Tipo de Arranque	Etapas	Caudal a 5 bar	RP M	Surtidores	Expediente para aprobar EFM en Perú	Costo \$ (FOB Argentina)	Costo de traslado	Costo \$ (PERU en Estación)
<b>GALILEO</b>	123.5	Variador de Frecuencia	4	865 Sm <sup>3</sup> /h	1800	2 Std	Si incluye	320,000	5%	336,000
<b>ASPRO</b>	200	Suave	4	725.7 Sm <sup>3</sup> /h	1500	2 Std	No lo considera	325,000	-	No lo cotiza
<b>AGIRA</b>	200	Suave	4	850 Sm <sup>3</sup> /h	1700	2 Std	No lo considera	315,000	-	No lo cotiza

Fuente. La Llave S.A

• **Comentarios:**

El compresor ASPRO y AGIRA consumen 200 kw de potencia mucho más comparado con el de GALILEO que consume 123.5 kw, a largo plazo en los consumos de corriente la cuenta en los recibos de energía será altos con el compresor ASPRO y AGIRA, ellos sólo cuentan con un arrancador suave, mientras el compresor GALILEO cuenta con variador de frecuencia, ello ayuda a mejorar los arranques mientras va comprimiendo en cada etapa. Ambos requieren de 04 etapas para operar y entregar 250 bares, las revoluciones del motor son ligeramente un poco más en el compresor GALILEO que llega a 1800 RPM mientras que el ASPRO llega a 1500 RPM y en AGIRA a 1700 RPM, en el compresor GALILEO puede existir ligeramente más desgaste en el tiempo del equipo compresor, ambos son equipos compresores reciprocantes lubricados por aceite. El compresor ASPRO cuenta a la menor presión de entrega de Cálidda la cual es 5 bar de 725.7 Sm<sup>3</sup>/h y el compresor AGIRA de 850 Sm<sup>3</sup>/h, mientras GALILEO entrega 865 Sm<sup>3</sup>/h una diferencia que puede ayudar a mejorar a futuro la carga de los vehículos (velocidad o tiempo de despacho). Por último, la empresa Galileo entrega documentación necesaria para remitir a Cálidda para el PIG 1 y PIG 2 de la EFMP, mientras ASPRO no lo indica en su propuesta, se realizó la consulta al proveedor a su pronta respuesta, el costo de FOB en Argentina existe una diferencia de 3,200 dólares y sólo GALILEO cotiza la entrega en la Estación en PERÚ, a ASPRO y AGIRA se solicitó el costo entregado en la Estación PERÚ, a la espera del proveedor.

- **Conclusión:**

Técnicamente se puede identificar que el compresor GALILEO es mejor que el equipo ASPRO y AGIRA, funcionalmente está mejor diseñado y tiene mejor performance, tiene menos costo en la tarifa eléctrica por consumir menor potencia.

#### 4.5.9. Marco Normativo

Normas Técnicas aprobadas por Indecopi, según Osinergmin:

- **NTP 111.010:** “Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.
- **NTP 111.013:** “Cilindros de alta presión para almacenamiento de gas natural utilizado como combustible para vehículos automotores”.
- **NTP 111.017:** “Revisión periódica de cilindros tipo I para gas natural vehicular (GNV)”.
- **NTP 111.019:** “Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV)”.
- **NTP 111.020:** Requisitos de instalación, operación y mantenimiento decompresores para estaciones de servicio de Gas Natural Vehicular (GNV).
- **NTP 111.024:** “Especificación técnica para equipos paquetizados y encasetados para compresión y almacenamiento de GNV que no requieren muro perimetral”.

#### **Código nacional de electricidad:**

- Sección 060: Puestas a tierra.
- Sección 070: Métodos de alambrado.
- Sección 100: Equipos e instalaciones especiales.
- Sección 110: Lugares peligrosos.
- Sección 120: Lugares de manipulación de combustibles.
- Sección 150: Instalación de equipo eléctrico.

### **Normas Técnicas Internacionales:**

- **API653:** “Inspección, reparación, alteración y reconstrucción de tanques”.
- **API 510:** “Inspector de recipientes a presión”.
- **ASME B31.3-2010:** “Tuberías de proceso”.
- **ANSI/NB-23:** “National Board Inspection Code, código de inspección utilizado por el inspector de los equipos sometidos a presión”.
- **ISO 9000:** “Sistemas de Gestión de Calidad”.

#### **4.5.10. Marco Legal**

Marco normativo para establecimientos de venta al público de GNV:

- **D.S N° 006-2005-EM:** “Reglamento Para La Instalación Y Operación De Establecimientos de Venta Al Público De Gas Natural Vehicular (GNV)”.
- **D.S N° 015-2006-EM:** “Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de Hidrocarburos”.
- **D.S. N° 050-2007-EM:** “Modifican el reglamento para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de Gas Natural Vehicular”.
- **D.S. N° 003-2008-EM:** “Modifican D.S. N° 0509-2007-EM y se establecen normas complementarias como la pre existencia.
- **D.S. N° 014-2010-EM:** “Modificaciones al reglamento para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de Gas Natural Vehicular (GNV).
- **Resolución de OSINERGMIN:** RCD -191-2011-OS/CD  
**Anexo N° 3.1:** Requisitos para la obtención de los Certificados de Supervisión de las actividades de Gas Natural Vehicular (GNV).

- **RCD-019-2012:** Modifican Anexos del reglamento del registro de hidrocarburos, en lo referente a la solicitud de copia del estudio ambiental.
- **Ordenanzas municipales:**  
ORDENANZA N° 1596 (De aplicación solo en Lima provincia).
- **Reglamento nacional de edificaciones**  
Norma G.030 Derechos y responsabilidades.  
Norma G.050 Seguridad durante la construcción.

#### **4.6. Fases del Proyecto**

El proyecto de Informe de Experiencia Laboral, titulado:

**“MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE COMPRESION MULTIETAPICO Y DISPENDIO DE 900 MCH DE GAS NATURAL VEHICULAR. EE.SS. SERVICENTRO EL ASESOR SAC - LIMA”**, se realizó de la siguiente manera:

- Inspección y verificación de la entrada de la línea de alimentación al compresor.
- Inspección de la línea de fuerza y de control.
- Selección del Compresor y verificación de sus componentes internos.
- Verificación de las Obras Civiles con respecto a la cimentación de la losa.
- Verificación de la línea de salida y prueba de hermeticidad.
- Inspección de los componentes mecánico-eléctrico de los Surtidores.
- Puesta en marcha del Sistema.

Las fases del proyecto se especifican en el cuadro adjunto:

**Tabla N°4.** Fases del Proyecto “Montaje y Puesta en marcha del sistema de Compresión Multietápico y dispendio de 900 MCH de gas natural vehicular. EE.SS. Servicentro el ASESOR SAC - LIMA”

ACCIONES PRELIMINARES	MONTAJE DEL SISTEMA DE COMPRESIÓN	PUESTA EN MARCHA	PRUEBAS Y PROTOCOLO DE CONFORMIDAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción y revisión de expediente técnico.</li> <li>• Inspección y verificación de la línea de alimentación al compresor.</li> <li>• Inspección de la línea de fuerza y de control.</li> <li>• Selección del Compresor y verificación de sus componentes internos.</li> <li>• Verificación de las Obras Civiles.</li> <li>• Inspección Visual del Sistema de Compresión y Dispensadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje del Sistema de Compresión y Anclaje del Microbox.</li> <li>• Alineamiento del motor-compresor.</li> <li>• Conexionado de Línea de Alta y baja e Instalaciones Eléctricas del Microbox.</li> <li>• Anclaje y Montaje del Dispensador de GNV</li> <li>• Barrido y limpieza de la línea interna del compresor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación y Medición de la Energía Eléctrica del Sistema de Compresión.</li> <li>• Verificación de alarmas e ingreso de datos del sistema de compresión.</li> <li>• Pre-lubricación y giro en vacío del motor eléctrico.</li> <li>• Presurización y Regulación de la Presión de entrada al compresor.</li> <li>• Arranque del Compresor y Venteo del Tanque de almacenamiento. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrido y limpieza de la Línea de Alta Presión.</li> </ul> </li> <li>• Verificación de la línea de salida y prueba de hermeticidad.</li> <li>• Regulación y Puesta a punto del Surtidor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas con carga y calibración de los surtidores.</li> <li>• Protocolo de pruebas.</li> <li>• Conformidad del sistema de compresión</li> </ul>

**Fuente.** Elaboración Propia

- Las mismas se detallan según el Diagrama de Actividades siguiente:

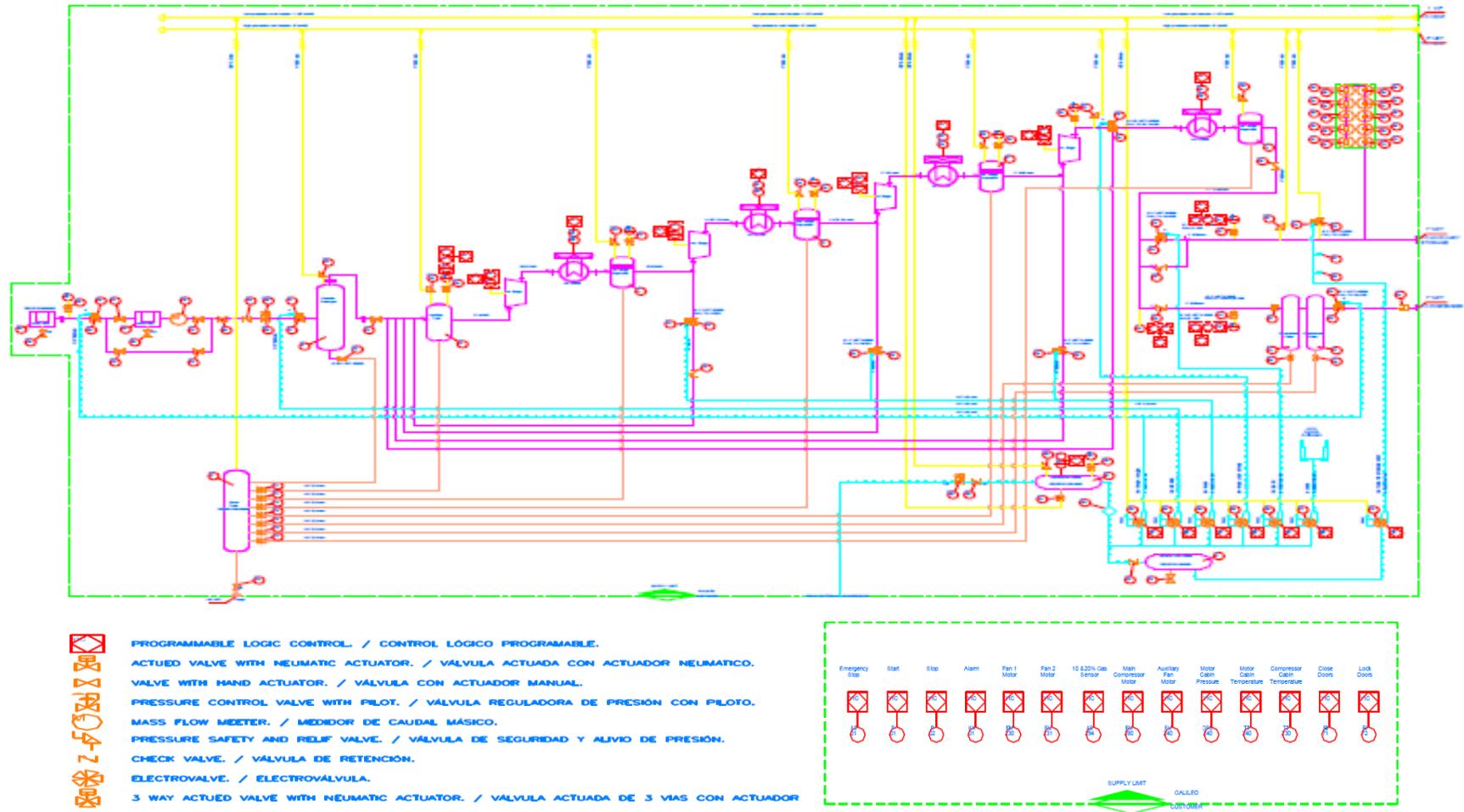
**Cuadro N°2.** DIAGRAMA DE GANTT del MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE COMPRESION MULTIETÁPICO

<b>CRONOGRAMA DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE COMPRESION MULTIETAPICO Y DISPENDIO DE 900 MCH DE GAS NATURAL VEHICULAR</b>	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
Recepción de Planos del Sistema de Compresión	■						
Verificación de Obras Civiles de la Base Inspección Visual del Sistema de Compresión y Dispensadores		■					
Montaje del Sistema de Compresión y Anclaje del Microbox Conexionado de Línea de Alta y baja e Instalaciones Eléctricas del Microbox		■					
Montaje del Dispensador de GNV y Verificación de Anclaje del Dispensador			■				
Instalaciones Electromecánicas			■				
Venteo de la Línea Interna del Sistema de Compresión				■			
Venteo de la Línea Interna del Sistema de Compresión				■			
Verificación de la Energía Eléctrica del Sistema de Compresión					■		
Puesta en Marcha del Sistema de Compresión					■		
Verificación y regulación del Sistema de lubricación						■	
Arranque en Vacío del Sistema de Compresión Regulación de la Presión de entrada del Sistema de Compresión y Presurización de tanques de Almacenamientos							■
Venteo de la Línea de Alta Presión							■
Puesta a punto del Surtidor							■
Prueba en vacío							■
Pruebas con carga y calibración Protocolo de pruebas con la entidad							■

**Fuente.** Elaboración Propia

- Para mayor detalle de los componentes del sistema de compresión, ver anexo:

Esquema N° 2. P&ID del Sistema de Compresión Multietápico



Fuente. Manual de Galileo

## 4.6.1. Fase I: Acciones Preliminares de Ingeniería

### 4.6.1.1 Recepción y revisión de expediente técnico.

Para el montaje del Microbox se requiere previamente de la información de los planos de disposición de la base e instalaciones y el expediente técnico, los cuales serán revisados para verificar si se llevaron a cabo las labores de encomienda fábrica, ya que el equipo viene con el diseño y las medidas especificadas en su Manual de Instalación.

Se verifica el nivel de la losa que esté plano completamente para evitar espacios vacíos entre la losa y la base del equipo.

### 4.6.1.2. Inspección y Verificación de la Línea de Alimentación al Compresor.

Se verifica las instalaciones de entrada hacia el compresor: diámetro de tubería, espesor de tubería, conexión a tierra, tipo de brida según la presión de la línea. Esta línea viene del punto que se denomina cámara de válvulas el cual el proveedor de gas (CÁLIDDA) deja cerca a la estación y se diseña según el recorrido isométrico y cumpliendo con las normas técnicas peruanas.

Esta línea cumple con un diseño mecánico y según el diámetro se justifica el sondeo.

**Figura N° 10.** Entrada de la línea de la Línea de Alimentación al



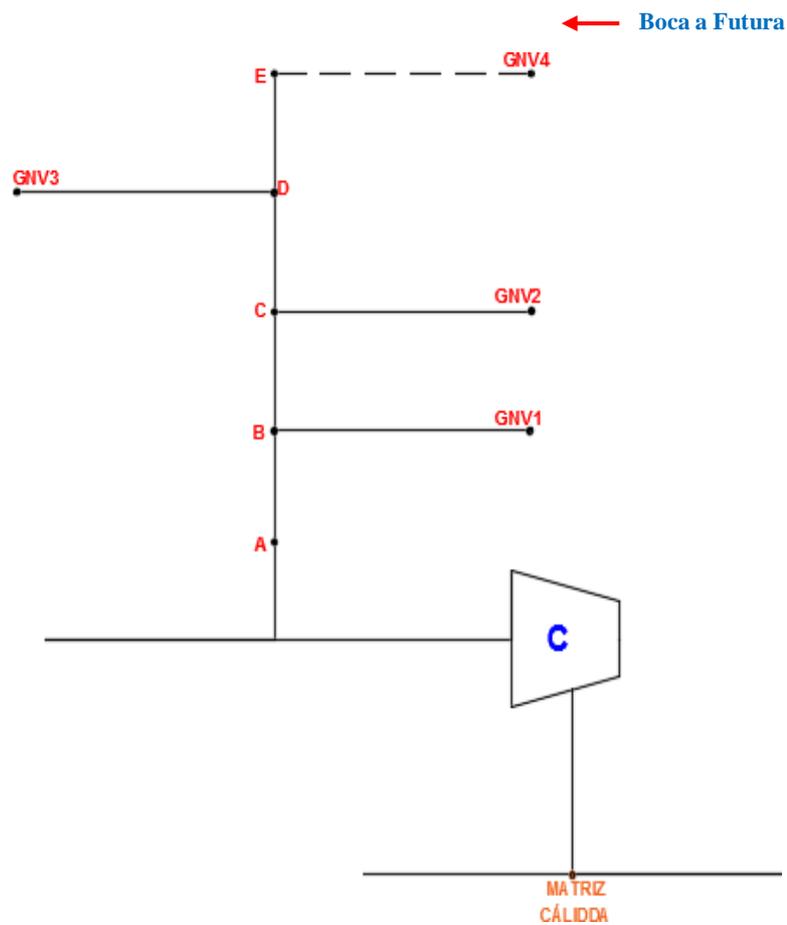
**Fuente.** <https://www.scribd.com/doc/208532835/MX-324-MANUAL-COMPRESOR-ARIEL-pdf>

En base al curso de IG3 “INSTALADOR DE GAS NIVEL 3” , dictado en el Instituto de Petróleo y Gas (IPEGA) de la Universidad Nacional de Ingeniería, se muestra en el cuadro siguiente los resultados del caudal , longitud real, longitud de cálculo, diámetro interior, caída de presión, número de Reynolds y velocidad para los tramos: AB, B – GNV1, BC, C- GNV2, CD, D – GNV3 y D - GNV4( Boca a futura para ampliación ,sujeto a la demanda).

El cálculo de la longitud se hará tomando en consideración un 25% de incremento a la longitud real del tramo de la tubería (para considerar pérdidas locales).

Lo expuesto de los tramos correspondientes se puede ver en la figura siguiente:

**Figura N°11.** Distribución de los tramos de las tuberías desde la matriz hasta la boca a futura



**Fuente.** Elaboración Propia

**Tabla N°5.** Parámetros en la Línea de Alta hacia los Surtidores.

<b>Presión de Operación: 250 barg</b>											
<b>Tramos</b>	<b>Caudal</b>	<b>Longitud Real / Equiv.</b>	<b>Longitud Cálculo</b>	<b>Diámetro Interno</b>	<b><math>\Delta P</math></b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>Re</b>	<b>V</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Obs. Caída de Presión</b>
	Sm <sup>3</sup> /h	m	m	pulg		barg	barg		m/s		
<b>A - B</b>	900	7.00	8.75	0.815	3287.363	250.00	249.97	1,068,157	3.09	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>B - GNV1</b>	300	10.20	12.75	0.815	555.67125	249.97	249.96	356,052	1.03	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>B - C</b>	600	9.76	12.20	0.815	2069.7718	249.96	249.94	712,105	2.06	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>C - GNV2</b>	300	3.49	4.36	0.815	190.12673	249.94	249.94	356,052	1.03	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>C - D</b>	300	2.66	3.33	0.815	144.91034	249.94	249.94	356,052	1.03	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>D - GNV 3</b>	300	3.66	4.58	0.815	199.38792	249.94	249.94	356,052	1.03	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada
<b>D - GNV 4</b>	300	12.13	15.16	0.815	169.61859	249.94	249.94	356,052	1.03	Tubería y accesorios	Caída de presión Aceptada

Fuente. Curso de IG3 – IPEGA-UNI

#### 4.6.1.3. Inspección de la línea de fuerza y de control.

El equipo antes de entrar a operaciones se hace una revisión de:

- Línea de fuerza: Se encuentra la tensión trifásica de 440V, el cual alimenta al variador de velocidad, al motor eléctrico principal, motores de enfriadores de gas, al motor del ventilador de la cabina y el motor de la bomba de aceite. También cuenta con tensión de 220V estabilizada para alumbrado interior antiexplosivo, la centralina de gas, UPS interno y tomacorrientes.
- Línea de control: la tensión de 220V es transformada de 220 alterna es transformada y estabilizada a tensión de 24V continua, dentro de la línea de control se encuentra los sensores se encuentra: PPT 1000, de presión, termovelocímetro (sensor de calor), las electroválvulas del mando válvulas y de apertura de CO<sub>2</sub>, sensores de fuga de gas, sensor del nivel de aceite, sensor de pulsos de lubricación, PLC, las barreras de seguridad intrínsecas.

**Figura N°12.** Inspección de la línea de fuerza



**Fuente.** Elaboración Propia

**Figura N°13.**Inspección de la línea de control



**Fuente.** Elaboración Propia

#### **4.6.1.4. Selección del Compresor y especificaciones técnicas.**

Para la selección del compresor se requiere como punto de partida el caudal de la línea de transmisión al cual llega de la línea de estación.

Generalmente el equipo es seleccionado de acuerdo a la información del caudal de la línea del distribuidor Cálidda que mediante un documento denominado SSFS (Solicitud de actividad de servicios), se solicita el caudal de acuerdo al proyecto contemplado y la selección del equipo.

Para esto la marca del equipo brinda un documento llamada Data Sheet donde te muestra las características del equipo, según la presión de entrada, potencia de la bomba y el caudal que brinda el equipo en m<sup>3</sup>/sh.

Después de haber seleccionado el equipo y una vez pedido, el proveedor te entrega las características y certificados, los cuales sirven para armar el DOSSIER de calidad para su aprobación.

De acuerdo con la Tabla N° 3 en el presente informe, se puede deducir técnicamente que el compresor GALILEO es mejor que el equipo ASPRO y AGIRA, funcionalmente está mejor diseñado y tiene mejor performance y tiene menos costo en la tarifa eléctrica por consumir menor potencia.

Para nuestro caso, se seleccionó el compresor Galileo por ser más apto en costos y operatividad para nuestras instalaciones de estaciones de servicio.

### Descripción de aspectos generales del Data Sheet

- Detalle de principales características del Compresor:
- Modelo MXS 185 – 4 – 1800 – 5 - Serie MX 404

**Tabla N°6.** Descripción de los parámetros de trabajo del compresor

Modelo MXS 185 – 4 – 1800 – 5 - Serie MX 404

Instrumentación	
Base de Parámetros	Sm <sup>3</sup> /h a 1.01 bar, 15.0°C
Elevación	15.2 m
Temperatura Ambiente	37.78 °C
Temperatura de Succión	27 °C
Densidad del Gas	0.65 Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente.** Manual de Galileo

**Tabla N°7.** Descripción aspectos generales del Data Sheet del Compresor:

Modelo MXS 185 – 4 – 1800 – 5 - Serie MX 404

Performance Data			
	Presión Mínima	Presión de Trabajo	Presión Máxima
Presión de Succión	2.0 bar	6.0 bar	5.0 bar
Presión de Descarga	255 bar	255 bar	255 bar
Caudal	613 Sm <sup>3</sup> /h	1465 Sm <sup>3</sup> /h	1252 Sm <sup>3</sup> /h
Potencia	113 Kw	213 Kw	168 Kw
Consumo Específico	0.184 Kwh/Sm <sup>3</sup>	0.148 Kwh/Sm <sup>3</sup>	0.150 Kwh/Sm <sup>3</sup>

#### 4.6.1.5. Verificación de Obras Civiles.

Se deben tomar los recaudos necesarios para la construcción de esta base con el fin de asegurarse que la superficie de concreto con las máquina quede perfectamente plana para que el encofrado quede perfectamente rectilíneo ,hay que nivelarlo

utilizando un nivel de agua y alisar todo el hormigón por medio de una regla perfectamente rectilínea apoyada sobre guías rectilíneas.

**Figura N°14.**Preparación de la Platea



**Fuente.** Manual de Instalación del Microbox - Galileo

**Figura N°15.**Colocación del Marco de Fijación



**Fuente.** Manual de Instalación del Microbox - Galileo

**Figura N°16.** Platea Alisada



**Fuente.** Manual de Instalación del Microbox - Galileo

En la línea de alta se verifica el canal del recorrido de la tubería los cuales deben empalmar en cada surtidor, éstos canales son sellados con tapas de concreto resistentes al paso de los vehículos.

En la línea de baja generalmente la tubería que sale desde la cámara de válvulas es soterrada, llevando una protección en su exterior para evitar la corrosión y sale al exterior con empalme bridada con el compresor.

**Figura N°17.** Tubería soterrada



**Fuente.** Elaboración Propia

**Figura N°18.** Inspección de la línea de baja



**Fuente.** Elaboración Propia

Por incorporar todos los elementos necesarios para una correcta, completa, rápida y segura instalación de GNV, Microbox es fácilmente instalable. La ausencia de obras civiles adicionales reduce considerablemente sus costos de instalación.

Las obras cuya realización se evita al optar por Microbox son las siguientes:

- Construcción de Bunker Almacenamiento externo
- Instalación eléctrica antiexplosiva Blow Down externo
- Tendido de parada de emergencia Base antivibratoria
- Obra Electromecánica

El concepto Microbox genera un ahorro importante en los costos de Instalación ya que incorpora todos los elementos necesarios para una correcta, completa y segura instalación de GNC. Sin embargo, el ahorro más importante se debe a su rápida instalación. De esta manera se puede empezar a facturar casi inmediatamente desde el momento en que el equipo llega a obra.

Debido a su concepción, reducidas dimensiones y por no requerir la instalación de bunker perimetral, Microbox genera un ahorro importante en cuanto a superficie ocupada.

#### **4.6.1.6. Inspección Visual del Sistema de Compresión y Surtidores.**

El sistema de compresión visual consta básicamente de un chequeo de la línea de salida o línea de alta del compresor, que estén correctamente instalados las conexiones de las derivaciones hacia los surtidores.

El cableado: de tensión hacia los surtidores, de las paradas de emergencia, de los sensores de gas y el cableado del sistema.

En los surtidores se realiza una revisión de los componentes internos y conexiones internas que llegan a la caja de distribución interna al surtidor para su empalme.

**Figura N°19.** In Inspección de los Componentes internos del Surtidor



**Fuente.** Elaboración Propia

## **4.6.2. Fase II: Montaje del Sistema de Compresión**

### **4.6.2.1. Montaje del Sistema de Compresión y Anclaje del Microbox.**

El montaje del sistema de compresión viene dado mediante un croquis que fábrica indica, mediante los siguientes pasos:

Primero se verifica que el piso esté nivelado adecuadamente en el medio de la losa debe contar con un bastidor rectangular con las medidas que indica el croquis.

Con una grúa de 50 Tn de brazo largo se lleva a cabo el izaje del equipo hacia la losa, el equipo pesa aproximadamente 13 Tn, deben coincidir los 4 puntos de anclaje con el bastidor rectangular.

Se suelda entre la base de las patas y el bastidor para fijar los 4 puntos de anclaje y con unos espárragos que quedan entre el bastidor y las patas se ajustan con unas tuercas, arandelas planas y de presión.

**Figura N°20.** Izamiento del Microbox



**Fuente.** Manual de Galileo

**Figura N°21.** Microbox instalado en la losa



**Fuente.** Elaboración Propia

#### **4.6.2.2. Alineamiento laser del motor - compresor.**

En el alineamiento laser del compresor - compresor se considera los siguientes pasos:

Se instala los elementos del alineador tipo laser entre el acople motor-compresor (visores láser: centra los punteros de un extremo a otro, cables de comunicación hacia la computadora y/o herramientas). Este dispositivo mediante ingreso de datos que son medidos entre pernos internos de la pata del motor hasta el otro, cerca al eje y registra la disposición del motor y como está instalado el motor –compresor. Busca si existe un desnivel en la altura de las patas, si lo encuentra el dispositivo te arroja la altura de esa diferencia (pata coja). Entonces, esas diferencias con unas lánas (láminas con un espesor determinado), son medidas con un micrómetro el cual se comprara con los datos obtenidos por la computadora y luego se suplementa los espacios vacíos.

Con éste proceso se llegó a nivelar el motor con respecto a la línea de base.

Luego el calibrador se centra en medir los valores de las diferencias verticales, horizontales y angulares. Para éstas medidas según indicaciones de fábrica se recomienda un máximo de desalineamito de 15 cts de in.

Por recomendaciones de fábrica se da el alineamiento de manera predictiva cada 800 h de trabajo.

#### **4.6.2.3. Conexión de Línea de Baja y Alta e Instalaciones Eléctricas del Microbox.**

Línea de Baja: se denomina a la línea de conducción de gas que llega desde la cámara de válvulas de la estación hasta la entrada bridada del compresor. Esta línea se encarga de conducir el Gas Natural hacia una estación de filtrado y medición, el cual es regulado según la máxima presión de aspiración indicada del equipo.

**Figura N°22.** Cámara de válvulas**Fuente.** Elaboración Propia**Figura N°23.** Conexión de la línea de baja**Fuente.** Elaboración Propia

Línea de alta: Se da desde la salida de la última etapa del compresor (250 bares), el cual conduce el gas hasta la llegada de los surtidores. Esta línea consta con una serie de accesorios mecánicos: válvulas de paso y actuadas, codos SCH 160 y en la derivación hacia los surtidores con válvulas recudidas de ½" y terminaciones de acero inoxidable.

**Figura N°24.** Conexión de la línea de alta**Fuente.** Elaboración Propia

- Instalaciones eléctricas para el compresor: estas instalaciones son tanto de control como de fuerza para la alimentación a los dispositivos eléctricos y

electrónicos de los componentes externos: tensión hacia los surtidores, cables de control para las paradas de emergencia, sensor de fuga de gas.

- Instalaciones eléctricas para los surtidores: Tensión trifásica hacia el motor eléctrico, motor de ventilador auxiliar, enfriador, de bomba de aceite, cable de control para las paradas de emergencia, sensor de calor, sistema contra incendios con CO<sub>2</sub>, sensor de vibración, sensor de pulso de lubricación, presostato de aceite y sensor de nivel de aceite.

#### 4.6.2.4. Anclaje y Montaje del Surtidor de GNV

El anclaje del surtidor se lleva a cabo mediante la construcción de un bastidor de platina metálica y mediante maniobra se coloca el dicho bastidor, quedando sujetado con perno listo para su acople e instalaciones eléctricas y mecánicas.

Montaje se desempeña con el empalme de la tubería inoxidable de ½” hacia la derivación de la tubería de 1” que llega al compresor y también se coloca una tubería conduit para la instalación de los cables de fuerza y control.

**Figura N°25.** Montaje del surtidor



**Fuente.** Elaboración Propia

#### **4.6.2.5. Barrido y limpieza de la línea interna del compresor.**

Este proceso se lleva a cabo cuando se coloca a todas las instalaciones de gas de entrada, salida y llegada al surtidor; se abre por primera vez la válvula de acceso al gas el cual va hacia la primera entrada que es la estación de filtrado y medición. El personal desmonta las tapas de los filtros, luego retira el elemento filtrante y tomando las precauciones y medidas de seguridad y acordonando el área de trabajo se procede a ventear el gas para limpiar ese tramo de tubería cerciorándose de que el interior no se encuentre partículas metálicas, de concreto y/otros.

Luego de este proceso se coloca los elementos filtrantes, se cierran las tapas y se continúa con el barrido, luego el gas pasa hacia el Blow Down (Tanque Pulmón); se llena con gas y se efectúa el venteo de ese tanque por la parte inferior que tiene una válvula de purga.

Después, se desmonta la tubería de entrada de la primera, y se procede a abrir la válvula principal del gas para el barrido de dicho tramo. Esta secuencia se hace de la primera a la cuarta etapa respectivamente.

#### **4.6.3. Fase III: Puesta en Marcha del Sistema de Compresión**

Luego de ejecutar el barrido y limpieza de toda la línea hasta la entrada del compresor se chequea las entradas de tensión, se da un giro al motor eléctrico en vacío para verificar el correcto sentido de giro. Después, se carga la línea con gas hasta la primera etapa, para dar marcha al equipo con carga e inmediatamente se verifica todos los parámetros de funcionamiento (presión, temperatura, nivel de aceite, presión de aceite, Rpm del motor).

Una vez verificado que esté en marcha el equipo se comprime hasta 50 bares de presión, porque en la configuración de arranque se colocó para que comprima a 50 bares. En este proceso se comprimió hasta 50 bares de almacenamiento para poder ventear todos los 10 tanques de almacenamiento que suman en capacidad 1500

m3. Se ventea para quitar cualquier residuo de oxígeno que esté en el interior; éste proceso se comprime a 150 bar se ventea y por último a 250 bar quedando presurizado, el cual se verifican las posibles fugas de todo el sistema de compresión.

#### **4.6.3.1. Verificación y Medición de la Energía Eléctrica del Sistema de Compresión.**

Una vez realizado el pre check list se procede a medir la energía eléctrica el cual se da de la siguiente manera:

Se energiza el switch principal que viene de la subestación hasta el switch principal que viene del compresor.

Se mide la tensión de llegada al switch principal al compresor el cual con multitester se verifica que la entrada de la tensión trifásica R-S-T y se mide de a par (R-S, S-T, R-T), debe medir 440 V.

Luego se procede a energizar el motor eléctrico y todo el sistema ya que el equipo cuenta con un transfo-estabilizador de 440 a 220V para los componentes internos; a la vez el equipo cuenta con otro transfo-estabilizador de 220V AC y sale a 24V DC para el sistema de control (presostato que mide sensor de nivel de aceite).

#### **4.6.3.2. Verificación de alarmas e ingreso de datos del sistema de compresión.**

Se verifica la tensión de la corriente de 220 V que derivan hacia los switch.

Se verifica la tensión de la corriente de 24 V DC con estos puntos se verificó la entrada y salida del equipo aún sin estar comprimiendo.

Una vez ingresados los datos se procede a desactivar las alarmas ya que estas se activaron inadecuadamente por no tener los parámetros de configuración apropiada.

#### **4.6.3.3. Pre-lubricación y giro en vacío del motor eléctrico.**

Una vez energizado el sistema de compresión se revisan los parámetros de funcionamiento en PLC y mediante una data que fábrica envía se procede a llenar

todos parámetros de funcionamiento del equipo (presión, temperatura, pulso de lubricación .revoluciones máximas, etc.)

Para la pre-lubricación se dirige hacia el panel de control y mediante el mando se enciende manualmente la bomba de lubricación, esta bomba lubrica a los componentes principales como: bielas, cigüeñal y crucetas; durante un lapso de 5 minutos .Una vez lubricado los componentes principales se verifica el sentido del giro del motor como indica la flecha. Posteriormente verificado se activa el sentido de giro durante un período de 1 minuto para verifica las Rpm máximas.

#### **4.6.3.4. Presurización y Regulación de la Presión de entrada al compresor.**

Se apertura la válvula de entrada de gas hacia la estación de filtrado y medición llegando hasta el regulador principal; se procede a ajustar el perno del regulador piloto que está conectado al regulador principal el cual mediante una serie de repeticiones se hace pasar el gas por el regulador hasta obtener la presión deseada (8 bar), finalizado este proceso ya se encuentra apto para comprimir el gas.

#### **4.6.3.5. Arranque del Compresor y Venteo del Tanque de Almacenamiento.**

Para éste proceso se apertura la válvula de entrada hacia la primera etapa que viene del Blow Down regulado, se inicia el arranque del compresor presionando el botón principal y mediante un seteo en la computadora se comprime por primera vez hasta 50 bar de presión, luego el equipo se detiene automáticamente; se abre la válvula de venteo de los tanques para limpiarlos de cualquier residuo de oxígeno que hubiera en el interior. Este venteo se realiza dentro de los límites permisibles establecidos.

Se configura en el computador para que comprima hasta 250 bar y se realiza el segundo venteo; finalmente se configura a la presión límite de 250 bar de almacenamiento con esto se constatan en plena compresión las presiones de todas las etapas para camparlas con la corrida inicial.

La altura mínima del punto de descarga de la línea de venteo será de 3 metros medido desde el techo del recinto para el compresor y almacenamiento de GNV.

Además con respecto a edificaciones propias y vecinas deberá cumplir con la siguiente expresión:

$$h > H - D + 2,5$$

**Donde:**

h = altura de venteo.

H = altura de la edificación.

D = Distancia

Finalizada la compresión se chequea y corrigen fugas interiores a lo largo de la línea de almacenamiento, con esto culmina el proceso inicial de compresión y limpieza de tanque.

#### **4.6.3.6. Barrido y limpieza de la Línea de Alta Presión.**

Se presuriza la línea de alta, aperturamos la válvula de salida de la línea de alta teniendo habilitado el equipo. En la llegada a los surtidores se instala un trípode de base pesada circular el cual en la parte superior está roscado aun tubo de venteo que juntos alcanzan los 2m de altura aproximadamente y en la parte inferior se coloca una manguera de alta presión de media el cual se empalma a la llegada de la conexión del surtidor.

Se toman las medidas de seguridad y acordona el área de trabajo ya que este evento es de riesgo por la alta presión; se apertura la válvula al surtidor para ventear y barrer el gas de alta presión y así limpiar dicho tramo, esto se repite consecutivamente con los demás surtidores existentes.

Finalizado el barrido y la limpieza de la línea de lata se conecta hasta la llegada de los surtidores para realizar las pruebas siguientes.

#### **4.6.3.7. Verificación de la línea de salida y prueba de hermeticidad.**

Se presuriza la línea de alta y con un atomizador se mezcla en el interior agua con detergente y se revisa todo el tramo de la línea para verificar si hay posibles fugas para poder corregirlas.

Esto se verifica hasta la entrada del surtidor, al dejar todo listo se da paso a la siguiente prueba que corresponde netamente a los surtidores.

#### **4.6.3.8. Regulación y Puesta a punto del Surtidor.**

Antes de la regulación del surtidor se realiza las conexiones eléctricas que llegan desde el compresor, como la alimentación de 220V y cables de control; se hace chequeo con un multímetro para probar que la tensión se correcta y estabilizada.

Para la regulación y puesta a punto del surtidor fábrica envía una planilla con los parámetros del funcionamiento del surtidor ya que este cuenta con un computador interno ,se realiza la carga con vehículos y mediante ajustes al regulador se va obteniendo la presión deseada que es 200 bares para su futuro despacho y /o pruebas.

Esta presión regulada puede tener un mínimo de 195 bares hasta un máximo de 205 bares que debe fluctuar el indicador el manómetro, éste cuenta con un tope de corte que se coloca a 215 bares, cualquier sobrepresión que hay en la carga el indicador llegará hasta el tope y hará automáticamente un tope de carga.

Con estos pasos el surtidor se encuentra preparado para su pre calibración y calibración con la entidad reguladora (OSINERGMIN).

### **4.6.4. Fase IV: Pruebas y protocolo de conformidad**

#### **4.6.4.1. Pruebas con carga y calibración de los surtidores.**

Se coordina con la estación de servicio para las pruebas de pre calibración el cual se contrata a una empresa que tenga la balanza certificada por Indecopi, se hacen las pruebas por cara con 3 vehículos con carga completa el cual mediante una fórmula se mide los porcentajes de error que está dado por la siguiente ecuación, dado por el Manual de Galileo:

$$V = \left(1 - \frac{V_{BAL}}{V_{SURT}}\right) * 100\%$$

**Donde:**

**V: Volumen de la Calibración**

**V<sub>BAL</sub> : Volumen de la balanza**

**V<sub>SURT</sub> : Volumen del surtidor**

- No debe sobrepasar el +- 2%
- **La Presión de despacho:** Se verificará que la presión de despacho en el pico de carga de los dispensadores no supere los 20 MPa ± 2,5 %.

Culminado estas pre pruebas reglamentariamente se coordina nuevamente con la estación de servicio y la entidad reguladora Osinergmin para las pruebas finales de operatividad de los surtidores, para eso nuevamente se prueba con 3 vehículos el cual el fiscalizador está atento a dichas pruebas tomando las fotos pertinentes de la presión de corte y realizando el cálculo de la medición del surtidor con respecto a la balanza; esto se repite con todos los surtidores hasta su aprobación final.

#### **4.6.4.2. Protocolo de pruebas.**

Dentro de los protocolos de pruebas Osinergmin realiza una prueba al compresor que consiste en lo siguiente:

- Pruebas de paradas de emergencia: esta prueba consiste en probar todas las paradas existentes y cada parada debe tener el equipo en funcionamiento.
- Prueba de detección de gas: se lleva un atomizador de metano y se acerca al sensor de gas, luego se expulsa una cantidad de metano y este tiene que activarse con una alarma sonora el cual detiene el equipo en plena operación.
- Posteriormente se prueba el detector de gas en el interior del compresor el cual activa como prevención el porcentaje de gas presente en la cabina, que es un máximo permisible a un 10% y cuando la fuga es de mayor volumen

esto se activa pasando el 20%, ésta alarma si detiene el funcionamiento del equipo.

- También se realiza un protocolo de pruebas del equipo por recomendación del fabricante y la experiencia del personal técnico de la empresa; lo mismo que se muestra a continuación:

<b>PROCEDIMIENTO DE SERVICIO TECNICO</b>	<b>GALILEO SOLUCIONES TECNICAS SAC</b> <small>Elaboración, Mantenimiento, Cuidado y Reparación de Compresores de GNV, GNC</small>	
	CÓDIGO	
	REVISIÓN	20111214-15
	PÁGINA	1/11
<b>Check List PEM MX / MS</b>		

FECHA (DD.MM.AAAA) DATE (DD.MM.YYYY)	TÉCNICOS / TECHNICIANS	
CLIENTE / CUSTOMER		
CONTACTO / CONTACT		TELÉFONO / TELEPHONE
MODELO DE COMPRESOR COMPRESSOR MODEL	NUMERO DE FRAME FRAME NUMBER	FIRMA DEL REPRESENTANTE DE GALILEO GALILEO'S DEALER SIGNATURE

Item	TAREAS	Tildar si la tarea esta realizada / Tildar si se adjunta fotografia	✓
1.	Verificación de pata floja: ¿Las patas del compresor y soportes de guías de crucetas recibieron suplementos, de manera que no haya torsiones ni flexiones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.	¿Se verifico caída de vástago?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.	Se verificó alineación entre compresor y motor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.	Se verificó distancia entre caras de manchones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.	Se verificó el espacio nocivo del pistón con sonda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.	Se verificó si los bulones de cono macho hembra están firmemente ajustados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.	Se verificó que los bulones de los soportes de caños estén ajustados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.	Están todas las llaves térmicas de tablero compresor abiertas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.	Se chequeó el voltaje en llave principal de compresor antes de cerrarla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.	La tensión (220 AC) en tablero es correcta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.	Se chequeó voltaje a la salida de la fuente antes de energizar PLC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.	Se seteó valores en PLC de acuerdo a modelo de compresor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Se cargaron parámetros en Soft Starter o Invertir
14. Se venteo el gasoducto
15. ¿Se encuentra el cartucho en el filtro del puente de medición en qué estado?
16. ¿Se llenó el almacenamiento a presión de gasoducto y luego se venteo a 0 bar? (Esta operación debe repetirse al menos 3 veces)
18. ¿El nivel de aceite en cárter es de  $\frac{3}{4}$  de ojo?
19. Se pre lubricó con bomba unos minutos
20. En el box de Lubricación Secundaria hay aceite
21. Se verifico que la cañería de venteo de cárter no estuviera obstruida
22. Se giró el equipo manualmente por lo menos una vuelta
23. El sentido de giro de los motores es correcto
24. Se probaron las siguientes alarmas
25. Presión de aceite
26. Lubricación Secundaria
27. Bajo nivel de aceite
28. Presiones
29. Temperaturas
30. Pulsadores parada de emergencia
31. Sistema de incendio manual y automático (Incluye venteo batería, energización bobina tubo CO2 y desarme de llave principal)
33. Venteo batería

34. Pulsador de desarme llave principal eléctrica
35. Presencia de gas
36. Relevos motores eléctricos
37. Baja presión de control (setear en 5 bar)
38. Se verificó que las salidas del PLC hacia válvulas esféricas de prioritario no estuviesen intercambiadas
39. Se comprimió en etapas verificando ausencia de fugas
40. La presión de aceite está entre 60 y 70 PSI?,  
Registrar: .....
- Nota: En el caso de tener invertir se deberá chequear que encienda la bomba de pre lubricación cuando las RPM estén por debajo de 900rpm, así de esto modo la presión se deberá mantener entre 60 y 70 PSI*
41. ¿La presión diferencial en el filtro de aceite es menor a 15 PSI? Se reemplazó filtro
42. Controlar las temperaturas cada 30 segundos, los primeros 2 minutos. Y cada 1 minuto los siguientes 5 minutos, desde el comienzo de compresión
- Nota: Se deberá controlar termómetro laser o de contacto los cuerpos de cilindro compresor, las tapas de válvulas, las cañerías de succión y descarga, cuerpo de frame*
43. El pulso de lubricación secundaria está en 15 seg
44. Se ajustaron transductores en máxima presión de operación
45. Se ajustaron PT 1000 una vez estabilizada la temperatura de compresor
46. La presión de control está entre 7 y 8 BAR
47. Se ajustó la inyección de aceite en gas de control? (1 gota cada 5 aperturas de actuator), el mismo es SAE 10
48. Registrar potencia de transformador en KVA:

49. Se ajustó la inyección de aceite en gas de control? (1 gota cada 5 aperturas de actuador), el mismo es SAE 10
50. Se calibró el presostato de Tubo de CO<sub>2</sub> ? (Tener en cuenta al setearlo de no dejarlo muy justo, por la variación de temperatura)
52. ¿Se aprecian ruidos y/o vibración anormal? .¿Se corrigió?
53. ¿Se ajustaron los valores de alarma de presiones? +/- 20%    
Nota: Verificar la rosca de los caños y que el roscado en cupla sea correcto
54. ¿Se ajustaron los valores de alarma de temperaturas?  
(Máximo Interetapas 160° C, Aceite 95° C, Despacho 60° C, Cabinas 70° C)
55. Los valores de presiones y temperaturas coinciden con la corrida (+/- 6%)
56. ¿Se verificó que los caños de bancos? (alta, media y baja) estén bien conectados en las entradas del surtidor.
57. Se venteó la línea de despacho en cada surtidor
58. Se verificó perdidas de gas en surtidores
59. Se cargó programación según modelo surtidor
60. Se ajustaron presiones de carga a 205 BAR con manómetro patrón
61. ¿Se verificó que los manómetros de los surtidores coincidan aprox. con manómetro patrón?
62. Se calibro porcentaje de despacho con panchera?  
Registrar: .....
63. ¿Se usó el valor de corrección de surtidores dado por la distribuidora?
64. Se regulo el voltaje de salida de la fuente en 25V?
65. Verificar apertura de presostato de aceite en 35 psi

66. Los selladores han sido sellados? (Acometida MX / MS y Acometida Surtidores)

Tomar CAUDAL

Caudal Instantáneo: .....

Caudal 20 min: .....

Caudal Mecánico: .....

Nota: **Caudal instantáneo**, tomado de la unidad correctora. **Caudal 20min**, Tomar 20 min de volumen corregido en unidad correctora, **Caudal Mecánico** Tomar 20 min del medidor mecánico y multiplicar x presión de entrada

67. Tomar Potencia consumida.

Registrar:.....

68. ¿Se reemplazaron los aros de última etapa después de las 10 primeras horas de marcha?

69. ¿Se reemplazaron los aros de última etapa después de las 10 primeras horas de marcha?

70. Se completó las demás planillas de PEM?

71. ¿Se instaló el Scada en una PC local y se verifico su correcto funcionamiento? Se habilita alguna asistencia remota en dicha PC?

72. ¿Las resistencias calefactoras de los motores, están conectadas? Y funcionan?

#### 4.6.4.3. Conformidad del sistema de compresión

La conformidad de las pruebas se da por el siguiente documento enviado por fábrica, citado en el siguiente documento:

<b>PROCEDIMIENTO DE SERVICIO TECNICO FIELD SERVICE PROCEDURE</b>		<b>GALILEO</b> One solution for all your CNG needs.	
<b>Notificación PEM y Garantía MX / MS / NX Startup Notification and MX/MS/NX Warranty</b>		CÓDIGO	
		REVISIÓN	2-052008
		PÁGINA	1/2

**Razón Social /** \_\_\_\_\_ **Nombre o Bandera /** \_\_\_\_\_  
**Company Name:** \_\_\_\_\_ **Name or Flag:** \_\_\_\_\_

#### **Datos de la Estación / Station Information**

Calle / Street: \_\_\_\_\_ Número / Number: \_\_\_\_\_  
 Localidad / Location: \_\_\_\_\_ CP: \_\_\_\_\_  
 Provincia / Province \_\_\_\_\_ País / Country: \_\_\_\_\_  
 Teléfono Fijo / Telephone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 Celular: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

#### **Datos del Encargado / Man in Charge**

Nombre / Name: \_\_\_\_\_

Celular: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

#### **Otros Datos / Other Information:**

Caja herramientas entregada? Si  No  Manual del Equipo entregado? Si  No

Tools box given? Yes  No  Equipment Manual given? Yes  No

Densidad / Density: \_\_\_\_\_ Altura (mts. S.N.M.) / Height: \_\_\_\_\_

#### **Datos del Equipo / Equipment Information:**

Número de Serie / Serial Number: \_\_\_\_\_

Frame Nº: \_\_\_\_\_ Marca de Aceite / Oil Mark: \_\_\_\_\_

Fecha de P.E.M. / Startup Date: \_\_\_\_\_ Modelo de Aceite / Oil Model: \_\_\_\_\_

#### **Datos de Etapas / Data Stages**

Etapa / Stage      Entrada / Inlet    Primera / First      Segunda / Second      Tercera / Third      Cuarta / Fourth

Presión / Pressure \_\_\_\_\_

T. Succión / T. line \_\_\_\_\_

T.Descarga / Outlet \_\_\_\_\_

<b>PROCEDIMIENTO DE SERVICIO TECNICO FIELD SERVICE PROCEDURE</b>	<b>GALILEO</b> One solution for all your CNG needs.	
<b>Notificación PEM y Garantía MX / MS / NX Startup Notification and MX/MS/NX Warranty</b>	CODIGO	
	REVISION	2-052009
	PAGINA	2/2

<b>Surtidores / Dispensers</b>	<b>Modelo/Model:</b>					
Surtidor / Dispenser	1	2	3	4	5	6
N° Serie / Serial Number	_____					

#### 4.6.4.4. Plan de Contingencia

El plan de contingencia se ha desarrollado bajo los criterios del marco normativo para evitar accidentes y desastres en el montaje del Microbox galileo.

El presente plan de contingencia tiene como objetivo lo siguiente:

- Reconocer los riesgos que se presenta al momento de la llegada del equipo ya que este tiene un recubrimiento de madera y se evita causar lesiones de índole humano.
- Evaluar, analizar y la prevención de riesgos en contra el personal técnico de campo.
- Minimizar los daños que la operación de desmontaje pueda afectar al personal o terceros.
- Evitar los daños económicos en la operación de descarga del equipo y su instalación siguiendo patrones de montaje dados por fábrica.
- Capacitar continuamente al personal técnico de campo con respecto a las actividades cotidianas y con los cambios del equipo que se dieran en el tiempo.
- Tener los procedimientos elementales brindados por el fabricante para satisfacer cualquier contingencia.

La empresa (FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC) tiene como actividad principal a montar equipos de procedencia argentina de la marca GALILEO; dentro de los trabajos con los equipos, la empresa ve la operatividad, mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos de dicho equipo; tales que se asume la responsabilidad de velar por el buen desempeño del equipo, esto nos lleva a tener un compromiso con nuestros clientes

#### **a) Características del equipo:**

El equipo cuenta con un peso aproximado de 13 toneladas y tiene las dimensiones de 4.315mt de largo por 2.435mt de ancho x 2.543mt de alto

#### **b) Situaciones de Contingencia**

- **Resistencia al fuego:** El recinto del compresor está preparado para contener el fuego y evitar una propagación horizontal del combustible o de la llama. El colapso de la estructura se produce a una temperatura mayor a los 350 °C.
- **Fuegos Internos:** El foco de incendio puede ocurrir tanto dentro, como afuera del equipo. En los casos de fuegos internos, en forma adicional al sistema de extinción, el equipo dispone de tres sistemas redundantes:
  - ✓ Válvulas de venteo por sobrepresión: Que ante un aumento de presión los recipientes de almacenamiento, debido al aumento de temperatura, descargara la sobrepresión a través de una canalización a los cuatro vientos en zona segura.
  - ✓ Venteo automático: La totalidad de GNC será venteado, por acción de tapones fusibles.
  - ✓ Venteo manual: Desde el exterior del equipo hay un pulsador, destinado a producir el venteo de la batería en forma manual.
- **Fuegos Externos:** En caso de fuego externo, la elevación superficial, generada por una mezcla explosiva de gas natural igual al volumen libre se queda en el mismo.
- **Resistencia a daños externos:** El equipo cuenta con enclavamientos en las puertas de manera que evita que la operación se realice con puertas abiertas.

Estas puertas se abren mediante una clave de acceso en el panel del PLC y mediante una señal acciona neumáticamente el seguro de las puertas, esto procedimiento sólo lo hace el personal autorizado.

- **Resistencia Mecánica:** El recinto del compresor está preparado para resistir una energía de deformación de más de 1200 Joules, resistencia a impactos de proyectiles: las paredes exteriores de la caseta resisten el impacto perpendicular de proyectiles calibre 9mm, disparado a una distancia de 5m.

#### **4.6.4.5. Certificado de Garantía**

Es aquel documento expedido por la marca GALILEO que garantiza, el normal funcionamiento del equipo que se identifica en la factura de venta, con la identificación del responsable; sus alcances, limitaciones y demás requisitos exigidos por la ley, la que se muestra a continuación:

## GARANTÍA EQUIPOS GALILEO

### CERTIFICADO DE GARANTÍA GNC GALILEO SA – CLIENTES FINALES

#### OBJETO

El objeto del presente documento es regular la relación entre GNC GALILEO S.A. y sus Clientes finales orientado a asegurar el correcto funcionamiento (mantenimiento preventivo de restauración) de las máquinas vendidas. Además explica los términos bajo los que se extiende la garantía de los sistemas de compresión fabricados por GNC GALILEO SA.

GNC GALILEO S.A. garantiza el funcionamiento de sus productos, siempre que los mismos se utilicen en las condiciones y servicios para los que fueron diseñados, de acuerdo a lo expresado en los siguientes documentos:

Pedido de Cotización del Cliente final.

Cotización o propuesta de GNC GALILEO S.A.

Orden de Compra.

Por un *período de dieciocho (18) meses* desde la fabricación del equipamiento, o por un *período de doce (12) meses* a partir de la fecha de puesta en marcha del equipamiento. Esta fecha a disposición se considerará a partir del momento en que el Cliente firme la planilla de puesta en marcha provista por el personal de GNC GALILEO S.A. al momento de la finalización de las obras para dicho fin.

#### CONDICIONES DE COBERTURA

GNC GALILEO S.A. realizará los mejores esfuerzos para facilitar el acceso del Cliente final al soporte técnico puesto a disposición por terceros fabricantes de partes y componentes que integran los equipos vendidos por GNC GALILEO S.A.

GNC GALILEO S.A. pondrá en conocimiento del Cliente final toda mejora tecnológica que afecte a las máquinas de su fabricación, para ser implementada si este último lo estima conveniente.

#### Los términos de esta garantía cubren:

Todos los costos (mano de obra, materiales, flete, viáticos, etc.) incurridos para la vuelta al servicio de los equipos, cuando la falla aparecida este cubierta por esta garantía.

La mano de obra y los materiales necesarios para el cumplimiento efectivo de esta garantía serán provistos por GNC GALILEO S.A. a sus Clientes finales a través de su servicio técnico autorizado.

Si el Cliente final solicita un repuesto fuera de garantía, este elemento le será despachado en un plazo máximo de 24 horas a partir de la recepción del pedido (si el ítem esta en stock) o dentro de las 24 horas de recibido del proveedor (cuando el ítem deba ser ordenado por GNC GALILEO S.A.). El costo del repuesto, del flete, de los seguros y los gastos de importación (si correspondiera) correrán por cuenta del Cliente final.

GNC GALILEO S.A. se compromete a brindar un servicio de consulta telefónica y si fuera necesario asistencia técnica en el lugar.

Las piezas y conjuntos sustituidos bajo el concepto de garantía pasan a ser propiedad de GNC GALILEO S.A., debiéndose devolver la pieza desmontada fuera de servicio al técnico autorizado que realiza la reparación en un plazo menor a 5 días hábiles, de otra forma se procederá a su facturación irrevocable con previo aviso.

La reparación, modificación o sustitución de piezas durante el período de garantía, no prorroga en ningún caso el plazo de validez de la misma.

**Resulta condición necesaria para la validez de esta garantía que el Cliente final realice la totalidad de las acciones de mantenimiento preventivo previstas, a saber:**

Mantenimiento preventivo realizado por personal autorizado de GNC GALILEO S.A. y a costo del Cliente final.

Limpieza de los equipos.

Mantenimiento básico diario.

Registro de las novedades y acciones de mantenimiento realizadas en el "Libro Diario de Novedades".

En caso de que la falla no estuviera cubierta por esta garantía, GNC GALILEO SA hará efectivo el cobro de la mano de obra, el material utilizado y cualquier otro gasto que surja de la intervención técnica realizada al Cliente final.

## GARANTÍA EQUIPOS GALILEO

En los casos de solicitud de mantenimiento preventivo GNC GALILEO SA planificará la visita de los técnicos dentro de un plazo de siete días a partir de la fecha de la solicitud.

Las demoras o trabajos adicionales atribuibles a los Clientes finales o generados por la falta de limpieza del equipo (en particular de los intercambiadores de calor), serán facturados adicionalmente al Cliente final.

Excepto por lo expuesto anteriormente, no existe ninguna otra garantía que pueda ser aplicada a los productos comercializados por GNC GALILEO S.A. En ningún caso GNC GALILEO S.A. asume otras responsabilidades que las aquí definidas y no podrá ser responsabilizado por perjuicios directos o indirectos, daños emergentes o por lucros cesantes.

### EXCLUSIONES DE LA GARANTIA

Los términos de esta garantía perderán validez cuando se verifiquen una o más de las siguientes situaciones:

Cuando se produzca la falla, defecto o rotura de alguno de los materiales detallados en el Listado de Elementos Fuera de Garantía. Así mismo, los repuestos utilizados en servicios preventivos están exentos de la garantía y corren a cuenta del Cliente final.

Cuando se produzca la falla, defecto o rotura de materiales incorporados al equipo, que hayan sido provistos por el Cliente final.

Cuando se produzca la falla, defecto o rotura de elementos cuyos precintos, números de serie o modelo hayan sido removidos o alterados.

Cuando se produzca la falla, defecto o rotura causada durante la instalación, puesta en marcha, mantenimiento, reparación y/o modificación realizadas por personal no autorizado expresamente por GNC GALILEO S.A..

Cuando se produzca la falla, defecto o rotura causadas por contaminación en el suministro de gas que incluya glicol, composición anormal del gas y/o agua en exceso.

Cuando no se hubieran utilizado repuestos legítimos o cuya marca sea la especificada por GNC GALILEO S.A.

Cuando la instalación de la máquina no se haya realizado sobre la base del Manual de Instalaciones o el documento que en el futuro lo reemplace.

Cuando se produzca falla, defecto o rotura causados por:

Uso impropio.

Mal trato.

Negligencia.

Trabajar con tensión eléctrica fuera del umbral de tolerancia de  $\pm 10\%$  del valor de tensión nominal de diseño y frecuencia fuera del umbral de tolerancia de  $\pm 5\%$  de la frecuencia nominal de diseño, ya sea que la energía eléctrica sea generada por el Cliente final u obtenida de la red general.

GNC GALILEO S.A. no tiene responsabilidad por la demora en la provisión de los equipos y partes provistas por terceros al Cliente final, ni por demoras o incumplimientos atribuibles a:

Desastres naturales

Huelgas.

Otras causas de fuerza mayor.

## GARANTÍA EQUIPOS GALILEO



---

### ELEMENTOS FUERA DE GARANTIA

#### COMPRESOR

- Aceite.
- Filtro de Aceite.
- Pulsadores de Arranque y Parada.
- Aspas de ventiladores.
- Alarma visual y sonora (Buzzer)
- Display
- O-Rings
- Filtro Coalescente.
- Válvulas de purga internas y externas.

#### SURTIDOR

- Mangueras
- Chicotes de carga
- Picos de carga
- Microswitch
- Horquillas
- Cerradura de surtidor
- Filtros
- Golpes de puño
- Válvulas de seguridad externa
- Teclados

La garantía tampoco incluye:

- Calibración de Surtidores (Presión y sensor masico)
- Calibración periódica de Válvulas de seguridad
- Mano de Obra para el recambio de ningún repuesto excluido fuera de la garantía

---

FIRMA y ACLARACION CLIENTE

## V. EVALUACION TÉCNICO – ECONÓMICO

**5.1. Evaluación Técnico:** La empresa cuenta con el personal idóneo, ya que cuentan con la capacitación otorgada por fábrica (GALILEO argentina) y siguiendo los procedimientos de mantenimiento brindados por fábrica y elaborados con mucho detalle. La empresa (FLF SOLUCIONES TECNICAS SAC) cuenta con las herramientas adecuadas para realizar los mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos; una función del staff cuya principal responsabilidad es asegurar que las técnicas de mantenimiento sean efectivas, que los problemas dentro del mantenimiento sean superados, que los problemas repetitivos sean investigados y que en el tiempo se tomen las acciones correctivas de mejoramiento.

La empresa tiene la disponibilidad de programar los servicios tanto como para clientes con contrato celebrados entre ambas partes como para clientes que no los tienen y así utilizar median la planificación un aseguramiento de los servicios sean dados en su totalidad.

La empresa desempeña atenciones de emergencia las 24 horas del día ya que dentro del funcionamiento de las estaciones de servicios (EE.SS.) de GVN el dispendio es continuo y mediante una capacitación pre arranque hay un medio de comunicación con el personal de turno de la EE.SS. se detalla el problema en curso; el personal alista sus herramientas y el stock de repuestos con el dato brindado por el personal de turno, se procede al desplazamiento del personal técnico a la EE.SS. para su intervención y pronta solución.

**5.1.1. Plan de trabajo:** Dentro del desempeño de la empresa se maneja dos tipos de clientes:

Los clientes que tienen contrato anual de mantenimiento, los cuales a estos clientes la empresa los atiende permanentemente con dos visitas a la semana con dos horas en la estación y la entrega de un reporte técnico por cada visita, atención las 24 horas del día vía telefónica como presencial, atención de emergencias correctivas previa coordinación telefónica.

los clientes que no tienen contrato: esto se denomina clientes independientes a los cuales se les cotiza independientemente los servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo; así como la cotización y provisión de repuestos que le corresponde por el número de horas de compresión; la empresa hace uso del tiempo correspondiente para ejecutar en el menor tiempo posible las paradas del equipo de estos clientes, las cotizaciones se manejan de acuerdo al horario de atención y también fuera de horario en caso de emergencias.

## 5.2. Evaluación Económica:

Para la inversión de una estación se consideran los siguientes costos dentro la estación de servicios en lo que respeta a obras civiles, instalaciones mecánicas e instalaciones eléctricas.

**Tabla N°8.** Inversión en la Construcción de un grifo de GNV

ITEM	DESCRIPCION	SUB TOTAL
<b>1.00</b>	<b>OBRA CIVIL</b>	<b>US\$ 225,746.54</b>
<b>2.00</b>	<b>INSTALACIONES MECÁNICAS</b>	<b>US\$ 87,216.75</b>
<b>3.00</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>US\$ 90,553.34</b>
	<b>TOTAL US\$</b>	<b>403,516.63</b>

**Fuente.** Elaboración Propia

A esto le adicionamos el costo del compresor y los 03 surtidores; esto nos indica los costos que se necesita para la construcción de una estación de servicios para acondicionamiento de GNV que se da a continuación en el siguiente cuadro:

**Tabla N°9.** Inversión de la compra del equipo de GNV, accesorios, puesta en marcha y garantía

ITEM	DESCRIPCION	COSTO UNIT.	CANT.	SUB TOTAL
1	COMPRESOR GALILEO	\$300,000.00	1	\$300,000.00
2	SURTIDOR GALILEO	\$19,000.00	3	\$57,000.00
3	COSTO DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	\$5,000.00	1	\$5,000.00
3	COSTOS POR GARANTIA DE OPERACIÓN	\$2,000.00	1	\$2,000.00
<b>TOTAL U\$</b>				<b>\$362,000.00</b>

**Fuente.** Elaboración Propia

En total la implementación de una estación de GNV se da de acuerdo al requerimiento que se necesita, ya que hay estaciones que tienen infraestructura ya definida solo requiere modificarlo y adaptarlo al modelo del equipo con sus accesorios.

Luego de arrancado el equipo entra en operación y se cubre un costo de garantía por un año que es asumido por el representante de la marca (LA LLAVE S.A.), el servicio técnico asume el servicio de la post venta.

La ventaja de estos equipos paquetizado (Microbox GALILEO) son por sus dimensiones que cuentan y se adaptan a estaciones con pequeños espacios cumpliendo con la mínima condición según el marco normativo del Perú.

El tiempo de retorno de inversión se ha fijado en un plazo de 3 años ya que la proyección de venta es de 5,000 m<sup>3</sup>/día a un costo de S/ 1.50 el m<sup>3</sup>: esto nos da una venta promedio de S/ 2 700, 000.00 al año. En lapso de 3 años esto ha vendido S/ 8

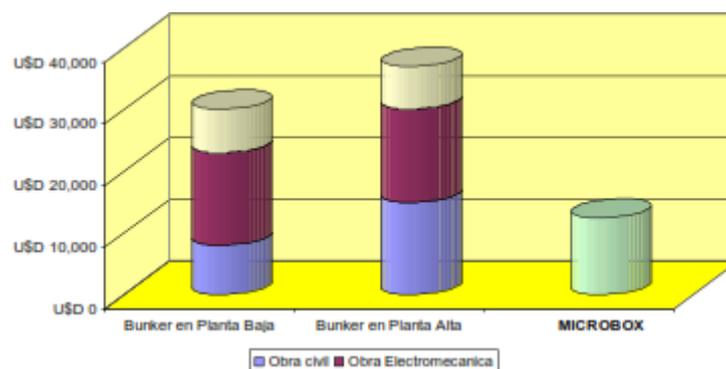
100,000.00 lo cual da un monto en dólares de US\$ 2 417,910.45. Este monto justifica la unidad de negocio con respecto al dispendio del GNV.

### Menor Costo de Instalación

Debido a su diseño, MICROBOX le genera un importante ahorro en los costos de instalación ya que no necesita:

- Construcción de Bunker.
  - Instalación eléctrica explosiva.
  - Tendido de parada de emergencia.
  - Obra Electromecánica.
  - Batería por separado.
  - Pulmón por separado.
  - Base antivibratoria.
- ❖ No son siempre necesarios: Esto significa que con MICROBOX no se tiene el capital invertido inmovilizado, ya que se puede empezar a facturar por lo menos 30 días antes.

**Gráfico Estadístico N°1. Cuadro Comparativo de Instalaciones**



**Fuente.** Manual de Galileo

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones:

- El montaje y puesta en marcha del sistema de compresión Multietápico de gas natural, siguiendo procedimientos, experiencia, personal calificado y marco normativo del caso, garantizarán la operatividad del sistema a fin de satisfacer la demanda del mercado.
- Es importante previo al montaje y puesta en marcha del sistema de compresión de gas natural, estudiar y analizar el Dossier correspondiente para tener una mejor visión profesional y tomar correcciones oportunas para la ejecución del Proyecto de ingeniería.
- Durante el proceso del montaje del sistema de compresión de gas natural, es necesario verificar cada uno de los componentes del Microbox MXS 185-4-1800-5, tomando en consideración la experiencia profesional y los procedimientos establecidos en el Manual de Galileo.
- El sistema queda a punto y operando bajo condiciones de carga cumpliendo con todas las características de diseño y como post arranque la garantía que brinda el fabricante.
- El equipo pasó los protocolos de pruebas ante la entidad reguladora (Osinermin) dando como resultado el inicio de las operaciones de trabajo y dispendio al público.

### 6.2. Recomendaciones:

- Proyectar sistemas de compresión de gas natural vehicular futuras, considerando en el tiempo la demanda y rentabilidad de la operatividad de la estación, a fin de generar mayores utilidades al cliente.
- Asociar en paralelo los compresores en el sistema de compresión, esto genera abastecimiento continuo y reducción de costos de mantenimiento.

- Efectuar mantenimientos periódicos del sistema sugerido en los manuales del fabricante y marcos normativos existentes.
- La operatividad del sistema de compresión debe ser realizada por personal técnico altamente calificado y capacitado.
- Generar un puente técnico entre la empresa y el cliente para capacitar adecuadamente al personal nuevo en la operación del sistema.
- Al cliente contar con un stock de repuestos básicos sugeridos por el departamento de ingeniería de la empresa, ante una contingencia de inoperatividad del sistema.
- El cambio de los componentes del sistema sometidos a desgaste por las horas de trabajo y verificados por la empresa.

## VII. REFERENCIALES

- Manual de Instalación del Microbox – Galileo.
- <https://www.scribd.com/doc/208532835/MX-324-MANUAL-COMPRESOR-ARIEL-pdf>.
- Manual de Partes del surtidor – Galileo.
- Manual de Seguridad Mxs – Galileo.
- Supervisión de Seguridad en Instalaciones de Servicio, Grifos y Gasocentros-Osinergmin.
- Seguridad y comercialización – GNV – GNC.
- Análisis e Interpretación de la NTP 11.019-IPC (Instituto – Proyectos - Capacitación).
- Enervase – GALILEO.
- <http://www.galileoar.com/es/gnc-compresion/microbox/>.
- Estaciones de Compresión y Estaciones de carga – Osinergmin.
- M. David Burghardt. IINGENIERÍA TERMODINÁMICA. Segunda Edición Página 347.
- Richard W. Greene. COMPRESORES: SELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO. Editorial: M.Graw Hill.

## **VIII. ANEXOS y PLANOS**

### **8.1. Anexos:**

8.1.1. Manual de Seguridad Microbox-Sistema Contra Incendios

8.1.2. Modificación del D.S N° 050-2007-E.M

8.1.3. Normas Asme

8.1.4. Manual de Mantenimiento del Microbox

8.1.5. Enersave Ahorro Inteligente

8.1.6. Manual Técnico de Operación y Puesta en Marcha

8.1.7. Clasificación de Áreas Peligrosas

8.1.8. Dspociones para Simplificación de Procedimientos

8.1.9. Fase III: Planilla de Componentes Mx 404

8.1.10.Data Sheet Mx 404

		<b>ESPECIFICACION TECNICA DE INGENIERIA</b>									
		<b>Manual de seguridad del MICROBOX® Sistemas de Protección ante Incendios</b>									
<b>MICROBOX®</b>											
CODIGO: ETSEG020@MANUAL DE SEGURIDAD MXS											
REV	00										
FECHA	26/05/06										
A.I. N°	◆◆◆◆										
V°B°	G.L.										

<b>Localización</b>	Estaciones de carga de GNC Vehicular / Estaciones de Carga Sistema Gasoducto Virtual
<b>Importancia</b>	Alta

## 1 Objeto

Brindar a los responsables de la operación de un equipo MICORBOX® los requisitos mínimos de seguridad, basados en normas y reglamentaciones vigentes y aprobados por la Superintendencia Federal de Bomberos. De forma tal que quien participe de la operación del equipo, pueda actuar en forma ordenada y segura, contando con los medios necesarios para evitar daños hacia las personas, minimizar el impacto ambiental y minimizar los daños de los equipos y las instalaciones.

Proteger:  
Las Personas  
El medio Ambiente  
Los bienes Materiales

## 1 Descripción del sistema de seguridad

El equipo cuenta con los siguientes sistemas de seguridad:

Recinto de protección metálica: Brinda resistencia tanto a los focos de incendio, como a una explosión interna y ante los daños externos.

Válvulas por sobrepresión: actúan en forma automática están calibradas por encima de la presión de trabajo (este parámetro es verificado durante las inspecciones periódicas)

Tapones fusibles: son elementos de material que funde a una temperatura de 110°C, y ventea el contenido de la batería.

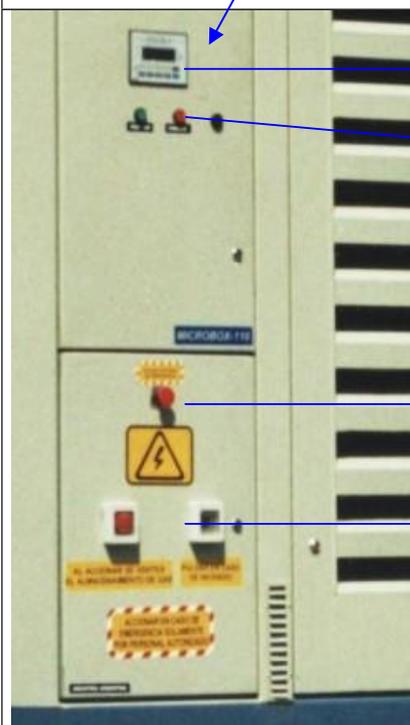
Sistema de Extinción de incendio: tubos de CO2 (20 Kg).

Pulsadores de parada de emergencia: Golpes de puño (color rojo).

Pulsadores de venteo de batería de almacenamiento: Botón con protección y leyenda.

Detección de mezcla explosiva: sistema automático de análisis de gases.

<b>GALILEO</b>		<b>ESPECIFICACION TECNICA DE INGENIERIA</b>									
		<b>Manual de seguridad del MICROBOX® Sistemas de Protección ante Incendios</b>									
<b>MICROBOX®</b>											
CODIGO: ETSEG020@MANUAL DE SEGURIDAD MXS											
REV	00										
FECHA	26/05/06										
A.I. N°	◆◆◆◆										
V°B°	G.L.										



Display (control de las alarmas / Parámetros Operativos / Accesos)

Arranque y parada de ciclo automático (el compresor arranca y para por parámetros de funcionamiento).

Parada de Emergencia

Pulsador de Venteo de Batería.  
Pulsadores de accionamiento de CO2 y venteo.

		<b>ESPECIFICACION TECNICA DE INGENIERIA</b>									
		<b>Manual de seguridad del MICROBOX® Sistemas de Protección ante Incendios</b>									
<b>MICROBOX®</b>											
CODIGO: ETSEG020@MANUAL DE SEGURIDAD MXS											
REV	00										
FECHA	26/05/06										
A.I. N°	◆◆◆◆										
V°B°	G.L.										

## 2 Situaciones de contingencia posible

<b>CONTINGENCIA</b>	<b>A</b>
	Al Fuego
A	una Explosión Interna
A	Daños Externos

## 3 Resistencia al Fuego

El recinto del compresor esta preparado para contener el fuego y evitar la propagación horizontal de combustible o de la llama. El colapso de la estructura se produce a una temperatura mayor a los 350 °C.

### Fuegos internos

El foco de incendio puede ocurrir tanto dentro, como fuera del equipo. En los casos de fuegos internos, en forma adicional al sistema de extinción, el equipo dispone de tres sistemas redundantes:

- 1) **Válvulas de venteo por sobrepresión**, que ante un aumento de presión en los recipientes de almacenamiento, debido al aumento de temperatura, descargará la sobrepresión a través de una canalización a los cuatro vientos en zona segura.
- 2) **Venteo automático**, la totalidad del GNC será venteado, por acción de tapones fusibles.
- 3) **Venteo Manual**, desde el exterior del equipo hay un pulsador destinado a producir el venteo de la batería en forma manual.

### Fuegos Externos

En los casos de fuego externo, la elevación superficial del equipo activa al sistema de extinción de incendios, el cual inertiza el interior del recinto, al mismo tiempo que activa el sistema de venteo, con lo cual el equipo queda sin potencial riesgo explosivo.

## 4 Resistencia a la explosión

El recinto esta preparado para resistir una explosión, generada por una mezcla explosiva de gas natural igual al volumen libre que queda en el mismo.

El MICROBOX® verifico este ensayo ante la Superintendencia Federal de Bomberos, el Instituto del Gas Argentino y un escribano público. Verificando la contención de la explosión hacia los laterales y la expulsión del techo.

CERTIFICADO DE EQUIPO MODULAR PARA COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GNC RENOVACIÓN Y MODIFICACIÓN Nota IGA N° 023647, Normas de Aplicación NAG 441 y NAG E 403 (validez de la certificación 30 de junio de 2007).

<b>GALILEO</b>		<b>ESPECIFICACION TECNICA DE INGENIERIA</b>									
		<b>Manual de seguridad del MICROBOX® Sistemas de Protección ante Incendios</b>									
<b>MICROBOX®</b>											
CODIGO: ETSEG020@MANUAL DE SEGURIDAD MXS											
REV	00										
FECHA	26/05/06										
A.I. N°	◆◆◆◆										
V°B°	G.L.										

## 5 Resistencia a Daños Externos

### Restricción de accesos

El equipo cuenta con enclavamientos en las puertas de manera de evitar la operación del mismo con estas abiertas. Las intrusiones son prevenidas mediante un password de acceso que inhabilita el ingreso a extraños.

### Resistencia Mecánica

El recinto del compresor está preparado para resistir una energía de deformación de mas de 1.200 Joule.

Resistencia a impactos de proyectiles: Las paredes exteriores de la caseta, resisten el impacto perpendicular de proyectiles calibre 9 mm disparados desde una distancia de 5 m.

**MODIFICAN EL REGLAMENTO PARA LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE VENTA AL PÚBLICO DE  
 GAS NATURAL VEHICULAR**
**DECRETO SUPREMO Nº 050-2007-EM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo Nº 006-2005-EM se aprobó el Reglamento para la Instalación y Operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular (GNV);

Que, mediante Decreto Supremo Nº 037-2007-EM, se establecieron medidas de seguridad, y se modificaron las distancias mínimas dentro y fuera de los Establecimientos de Venta al Público de Combustibles (Líquidos y GLP), tomando en consideración las exigencias señaladas en los Códigos Internacionales de Electricidad y las Normas Nacionales de Electricidad de Suministro y Utilización, aprobados por las Resoluciones Ministeriales Nº 366-2001-EM/VME y Nº 037-2006-MEM/DM, respectivamente;

Que, en este sentido, se debe uniformizar las distancias mínimas de seguridad para los Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular (GNV), tomando en consideración la normatividad para los Combustibles Líquidos y GLP; De conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley Nº 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 042-2005-EM y, las atribuciones previstas en los numerales 8) y 24) del artículo 118º de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

**Artículo 1º.- Modificación del artículo 24º del Reglamento aprobado por Decreto Supremo Nº 006-2005-EM**

Modificar el artículo 24º del Reglamento para la Instalación y Operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular (GNV), aprobado por Decreto Supremo Nº 006-2005-EM, por el siguiente texto:

**“Artículo 24º.-** Distancias de los Establecimientos de Venta al Público de GNV a Estaciones y Subestaciones Eléctricas, a centros de afluencia masiva de público y a Establecimientos de Venta de Combustibles.

Se exigirá las distancias mínimas siguientes:

- Siete metros con sesenta centímetros (7.60 m) de los linderos de las estaciones y subestaciones eléctricas y centros de transformación y transformadores eléctricos. Las medidas serán tomadas a los puntos de emanación de gases. Dichas Estaciones y Subestaciones deberán encontrarse dentro de una caseta de material no inflamable.
- Siete metros y sesenta centímetros (7.60 m) desde la proyección horizontal de las subestaciones eléctricas o transformadores eléctricos aéreos hacia donde se puedan producir emanación de gases.
- Cincuenta (50) metros del límite de propiedad de: instituciones educativas, mercados, supermercados, establecimientos de salud con internamiento, templos, iglesias, cines, teatros, cuarteles, zonas militares, comisarías o zonas policiales, establecimientos penitenciarios y lugares de espectáculos públicos, que cuenten con Licencia Municipal o proyecto aprobado por la Municipalidad. En el caso de los establecimientos para los cuales no se requiere la licencia de funcionamiento, éstos deberán contar con el proyecto aprobado por la Municipalidad o con autorización equivalente para su funcionamiento emitida por la autoridad o entidad competente.

Dicha medición se hará en forma radial desde los puntos donde se pueden producir gases.

La distancia que debe existir entre Estaciones de Servicios, Grifos, Gasocentros de GLP para uso automotor y Establecimientos de Venta al Público de GNV o entre establecimientos de ambos tipos, se regirá por la normatividad del municipio correspondiente.”

**Artículo 2º.- Modificación del artículo 38º del Reglamento aprobado por Decreto Supremo Nº 006-2005-EM**

Modificar el artículo 38º del Reglamento para la Instalación y Operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular (GNV), aprobado por Decreto Supremo Nº 006-2005-EM, por el siguiente texto:

**“Artículo 38º.-** Distancia de los puntos de emanación de gases a las líneas eléctricas aéreas.

Los puntos de emanación de gases deben ubicarse a una distancia mínima con respecto a la proyección horizontal de las líneas aéreas que conduzcan electricidad según el siguiente cuadro:

TIPO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
Línea aérea de Baja Tensión (Tensión menor o igual a 1000 V)	7,6 m
Línea aérea de Media Tensión (Tensión mayor a 1000 V hasta 36000 V)	7,6 m
Línea aérea de Alta Tensión (Tensión mayor a 36000 V hasta 145000 V) (Tensión mayor a 145000 V hasta 220000 V)	10 m 12 m

**Artículo 3º.- Excepciones en el cumplimiento de distancias mínimas para ampliaciones y modificaciones de establecimientos para fines de incluir instalaciones de GNV**

*En el caso de las ampliaciones y modificaciones de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles Líquidos y GLP de Uso Automotor para fines de incluir equipos y accesorios para la venta de GNV, se exceptuará del cumplimiento de las distancias mínimas exigidas en el numeral 3 del artículo 11° del Reglamento de Seguridad para Establecimientos de Venta al Público de Combustibles Derivados de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 054-93-EM y el literal b) del artículo 19° del Reglamento de Establecimiento de Venta de Gas Licuado de Petróleo para Uso Automotor - Gasocentros, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-97-EM, siempre y cuando los puntos de emanación de Gas Natural se ubiquen a una distancia igual o mayor a la que se encuentran los puntos de emanación de gases provenientes de los Combustibles Líquidos y GLP para Uso Automotor.*

**Artículo modificado por el artículo 1° del Decreto Supremo N° 003-2008-EM de fecha 09-01-08, cuyo texto es el siguiente:**

**“Artículo 3°.-** Excepciones en el cumplimiento de distancias mínimas para ampliaciones y/o modificaciones de establecimientos con la finalidad de incluir o ampliar

instalaciones de GNV o ampliar la capacidad existente de comercialización de GNV.

En el caso de las ampliaciones y/o modificaciones de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles Líquidos y/o GLP de Uso Automotor con la finalidad de incluir equipos y accesorios para la venta de GNV o ampliar la capacidad existente de comercialización de GNV, se exceptuará del cumplimiento de las distancias mínimas exigidas a centros de afluencia masiva de público establecidas en los Reglamentos de comercialización y/o seguridad de Combustibles Líquidos, GLP y GNV, según corresponda, siempre y cuando los puntos de emanación de gases se ubiquen a una distancia igual o mayor a la que se encuentran los puntos de emanación de gases existentes.

Se entenderá por ampliación, la instalación de equipos y accesorios para la venta de GNV o el incremento de la capacidad existente de comercialización de GNV, sobre el área del inmueble en el cual se encuentre ubicado el establecimiento. Asimismo, es ampliación la inclusión de una o más áreas adyacentes al terreno existente, realizadas para la instalación de equipos y accesorios para la venta de GNV o para el incremento de la capacidad existente de comercialización de GNV.

Se entenderá por modificación, cualquier cambio que se efectúe a las instalaciones, equipos y accesorios existentes en el establecimiento, necesario para la comercialización de GNV.”

**Artículo 4°.- Del Refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de la Producción, la Ministra de Transportes y Comunicaciones y el Ministro de Energía y Minas.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiún días del mes de setiembre del año dos mil siete.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

RAFAEL REY REY  
Ministro de la Producción

VERÓNICA ZAVALA LOMBARDI  
Ministra de Transportes y Comunicaciones

JUAN VALDIVIA ROMERO  
Ministro de Energía y Minas



## Normas ASME en Castellano

Normas de Ingeniería de uso Global

**ASME BPVC-I-2010**

**ASME B31.3-2010**

**ASME B31.8S-2010**

**ASME B31Q-2010**

**Ordene su copia hoy:**

Telefono: 1.800.843.2763 / 1.973.882.1170

Fax: 1.973.882.8113

Email: [customercare@asme.org](mailto:customercare@asme.org)

Web: [www.asme.org/kb/standards](http://www.asme.org/kb/standards)

ASME se enorgullece con presentar normas en castellano – comenzando con la introducción de la traducción oficial de cuatro de las normas ASME más relevantes en el campo de Generación de Electricidad al igual que de la industria Petroquímica. Estas normas ASME en Castellano fueron sometidas a evaluación exhaustiva llevada a cabo por el Comité Oficial de Traducción, el cual cuenta con expertos de mas de 7 países de Sud-América con experiencia en el uso de dichas normas. Estas normas representan el resultado del esfuerzo de los miembros del comité y pueden ser adoptadas por entidades gubernamentales o utilizadas por su compañía con absoluta confianza de la calidad de la traducción hecha.

Las normas ASME que suman mas de 600 se utilizan en mas de 100 países al rededor del mundo. Las normas ASME se consideran como las mas avanzadas y cuentan con la solución apropiada para el balance de las necesidades de la industria y la seguridad del publico en general.

ASME también cuenta con portafolios de programas integrados, que incluyen:

- Certificación y Acreditación de Productos y Calificación de Personal;
- Cursos para el desarrollo y entrenamiento, incluyendo 26 cursos dictados en Castellano – disponibles electrónicamente y también dictados en persona.
- Publicaciones Técnicas;
- Conferencias Profesionales y Congresos;
- Membresía, además de otros programas relevantes para ingenieros mecánicos.

Para obtener mayor información con respecto a programas o normas ASME que le pueden beneficiar, favor contactar a:

James Ramirez, Vice President of Business Development  
ASME Standards Technology, LLC  
+212-591-8033 (oficina)  
+1.917.882.6219 (celular)  
[ramirezj@asme.org](mailto:ramirezj@asme.org)

### ASME Codes and Standards

(Códigos y Normas) ASME es el líder internacional en el desarrollo de códigos y normas asociadas con el arte, la ciencia y la practica de ingeniería mecánica. Hoy en día, ASME publica mas de 600 normas de ingeniería mecánica. La dedicación de ASME al desarrollo de normas de ingeniería mecánica origino con la publicación en 1914 del Código de Calderas y Recipientes a presión (reconocido y utilizado a nivel mundial). En el 2008 ASME estableció un comité encargado con la traducción de normas ASME al castellano.

Para mas información, visite:

**[www.asme.org/kb/standards/standards](http://www.asme.org/kb/standards/standards)**.

Para contribuir de forma voluntaria en la traducción de normas ASME al castellano y formar parte de un comité, visite:

**[go.asme.org/ParticipateInStandards](http://go.asme.org/ParticipateInStandards)**.



La Sección I de la Norma de Calderas y Recipientes a Presión ASME (BPVC-I) cubre requisitos para todo método de construcción de calderas de potencia (alta presión), calderas eléctricas y miniatura al igual que calderas utilizadas en ciclos de reciclaje de vapor y recipientes a presión utilizados en servicio estacionario. Esta norma también cubre requisitos para calderas empleadas en locomotoras y servicios portátiles.

Requisitos para el uso de las Certificaciones ASME V,A, M, PP, S y E también se detallan en esta norma. Las reglas de esta norma aplican a calderas en las cuales vapor de agua u otro tipo de vapor se genera a presión mayor de 15 psig y también a calderas de agua en las cuales la presión excede 160 psig y/o la temperatura del agua excede 250 grados F. Esta sección también contiene requisitos para otros recipientes o aparatos sometidos a presión conectados directamente a la caldera tal como, súper-calentadores, o economizadores.

La norma ASME B31.3 establece los requisitos para el uso de materiales y componentes, para el diseño, la fabricación, el ensamblaje, la instalación, la inspección y pruebas de tubería para procesar todo tipo de fluido incluyendo productos químicos puros, productos derivados del petróleo, del gas, vapor, aire, agua refrigerantes y fluidos criogénicos. Las regla de esta norma se desarrollaron tomando en cuenta los parámetros relevantes para tuberías que se utilizan en refinerías de petróleo, plantas químicas, farmacéuticas, de textiles, de papel, de semiconductores y criogénicas, al igual que las tuberías utilizadas en plantas y terminales relacionados con el procesamiento de los líquidos ya mencionados. Esta norma corresponde a una de las mas utilizadas al rededor del mundo en la industria petroquímica.

La norma ASME B31.8S aplica a sistemas de tuberías en tierra (costa adentro) construidos con materiales ferrosos que transportan gas. La norma cubre además de la tubería, las válvulas, unidades compresoras, accesorios, bridas (incluyendo pernos y empaquetaduras), reguladores, aberturas fijadas a los tubos, estaciones de medida, estaciones de regulación de presión y otras estructuras ensambladas al igual que otros artefactos unidos a la tubería. Los principios al igual que los procesos detallados en esta norma aplican completamente al sistema de gasoductos. Esta norma se desarrolló para proporcionar al operador de sistemas de tuberías la información necesaria para desarrollar e implementar un programa eficaz de gestión de integridad, utilizando prácticas, procesos y procedimientos reconocidos por la industria. Es importante notar que el uso eficaz de una gestión de integridad de sistemas de tuberías conduce a mejorar el manejo del sistema y a la prevención del malfuncionamiento del mismo, disminuyendo así, el costo asociado con medidas para reparar el sistema de tuberías.

La norma ASME B31Q establece los requisitos para el desarrollo e implementación de un programa efectivo de calificación de personal para líneas de tubería. La norma cuenta con los requisitos que deben implementarse para identificar tareas de mayor impacto negativo en las tuberías, al igual que requisitos correspondientes a pasos a tomar y calificaciones necesarias para el personal que llevara a cabo las áreas para mantener la integridad y la seguridad de la tubería y su personal.

**El uso apropiado de estas normas conlleva a satisfacer los reglamentos jurídicos al igual que al aumento de la seguridad pública y a la reducción del costo de operaciones rutinarias.** Esto todo mediante el uso de estas normas que cuentan con las prácticas más avanzadas y procesos más eficaces de la industria en general.

**Se recomienda** el uso de estas normas a compañías encargadas de la fabricación, uso y mantenimiento de sistemas de tuberías, compañías que diseñan, fabrican, llevan a cabo pruebas de examinación, inspección y ensamblaje de calderas y recipientes a presión. Compañías que emplean personal para la operación y mantenimiento de tuberías, al igual que entidades gubernamentales relacionadas con reglamentos al respecto.

**Descripción:**

Título: **ASME BPVC Seccion I-2010, Reglas para la construccion de calderas de energia (Spanish)**  
 ISBN: 9780791832998  
 Order Nos.: XS0010 (Print-Book) / XS001Q (PDF)

Título: **ASME B31.3-2010, Tuberías de proceso (Spanish)**  
 ISBN: 9780791834084  
 Order Nos.: A22110 (Print-Book) / A2211Q (PDF)

Título: **ASME B31.8S-2010, Gestión de Integridad de Sistemas de Gasoductos (Spanish)**  
 ISBN: 9780791833667  
 Order Nos.: A21410 (Print-Book) / A2141Q (PDF)

Título: **ASME B31Q-2010, Calificación del personal de líneas de tuberías (Spanish)**  
 ISBN: 9780791834398  
 Order Nos.: A23010 (Print-Book) / A2301Q (PDF)

Versiones en Ingles de estas normas tambien estan disponibles.





## Microbox Manual de Mantenimiento

Cambiar el filtro coalescente cada 2000 horas de funcionamiento.



### Verificación del sistema anti-incendio

Para realizar la verificación semestral de funcionamiento del sistema anti-incendio se deberá proceder de la siguiente forma:

1. Desconectar la ficha de alimentación eléctrica de válvula de disparo del tubo de CO<sub>2</sub>, ubicado en la cabina de máquinas (ver fotografía)



2. Cerrar las válvulas de los cilindros de almacenamiento de gas que estén abiertas.



3. En el tablero eléctrico, en la bandeja de PLC, quitar el relé de disparo del tubo de CO<sub>2</sub>. Se lo identifica por el cable n° 247 naranja que está conectado a la base.



4. Pulsar manualmente el disparador del sistema y verificar que se cumpla correctamente la secuencia de funcionamiento (observar que el actuador de la válvula desconectada actúe)
5. Reconocer la alarma y verificar que todas la válvula tome su estado normal.
6. Reconectar la válvula del tubo de CO<sub>2</sub>
7. Colocar el relé en su zócalo
8. Montar el actuador en la válvula
9. Reabrir los cilindros de almacenamiento lentamente.
10. Reponer el funcionamiento normal del equipo.

### Verificación del sensor de incendio

El sensor de incendio es un elemento de sacrificio. Una vez que actúa debe ser reemplazado.

Está montado sobre un soporte próximo a los intercambiadores de calor, en el lateral por donde se canaliza el venteo (tubo amarillo).

A los fines de testear que el efecto de su accionamiento sea el esperado, debe realizarse los pasos 1 a 3 del punto anterior.

Desacoplar el sensor de incendio (elemento circular blanco que se distingue en la fotografía de la derecha), mediante un giro de 30°.

Una vez desacoplado, se tiene acceso a su reverso (parte negra) donde se tiene la bornera de interconexión, tal como se observa en la fotografía de la derecha. En siguiente, efectuar un puente entre ambos contactos para simular el efecto que causaría un incremento brusco de temperatura o un recalentamiento anormal de la cabina.





## Microbox Manual de Mantenimiento

Eliminar el puente, rearmar el sensor, teniendo en cuenta colocarlo en su posición original sin dañar los cables, y continuar con los pasos 5 a 10 de ítem anterior

### Verificación del detector de carga del tubo de incendio

El tubo de incendio tiene provisto un sensor de monitoreo de la carga del elemento extintor.

La única manera cierta de verificar su correcto funcionamiento es la descarga del elemento extintor. Esto obligaría a recargar el cilindro.

No obstante, recomendamos que en forma periódica (mensualmente), se desconecte la ficha eléctrica del sensor. El efecto inmediato que debe observarse es que el equipo indique una alarma de detención inmediata, no permitiendo que se reinicie la marcha.

Al reconectar la ficha, la alarma puede ser reconocida y el equipo estar en condiciones de operabilidad.

Si esta prueba se realiza con el equipo en marcha, este irá inmediatamente a parada. Tener en cuenta lo dicho, ya que si se está abasteciendo a una demanda de gas, quedará la unidad transitoriamente fuera de servicio hasta que se reponga la ficha y reconozca la alarma.

### Verificación del sistema de monitoreo de atmósfera

A manera de prevención de incendio, se monitorea constantemente la atmósfera de cabina delantera y del tablero eléctrico de maneja de constatar que no existan gases en composición explosiva que potencialmente puedan ser generadores de incendios.

En la cabina delantera, el grupo de dos sensores se encuentran encapsulados en un contenedor APE, tal como se ve en la fotografía a la izquierda.

Dichos sensores se interconectan con la unidad central que se halla en la bandeja superior del tablero eléctrico del equipo. Tal central tiene incorporados un paquete de dos sensores que, adicionalmente, monitorean la atmósfera del tablero (ver fotografía inferior de la derecha)

Mensualmente, recomendamos se proceda a testear el correcto funcionamiento de los sensores. Esta simple tarea se realiza venteando el gas de un encendedor convencional sobre los sensores, tanto sean los de la cabina delantera como los del tablero. El efecto será el disparo de una alarma que impedirá al equipo reiniciar su marcha. También se producirá una secuencia de ventilación de la cabina, para extraer los gases.

Reconocida la alarma y si el evento no persistiese, luego de la secuencia de ventilación se podrá reiniciar la marcha.



### Verificación de los sensores de presurización y circulación de aire

El control de estos sensores requiere de personal técnico calificado. No es un control de rutina.

Consiste en, con el equipo detenido, forzar la marcha del inyector de aire de cabina trasera. Una vez en marcha este y en un lapso inferior a 10 segundos debe verificarse que el canal de entrada digital en el PLC que acomete el cable 87 cambie de estado (de encendido a apagado). Esta operación debe verificarse en forma inversa al detener el inyector de aire.

En forma análoga, se cuenta con dos dispositivos que sensan el diferencial de presión del aire de circulación entre los intercambiadores. De esta manera se tiene certeza sobre el flujo de un caudal mínimo indispensable en la cabina delantera. El testeo de rutina, realizable por personal técnico calificado exclusivamente.

Consiste en, con el equipo detenido, forzar la marcha de los extractores de aire de cabina delantera. Una vez en marcha uno de estos y en un lapso inferior a 10 segundos debe verificarse que el canal de entrada digital en el PLC que acomete el cable 88 cambie de estado (de encendido a apagado). Esta operación debe verificarse en forma inversa al detener el inyector de aire.

El proceso debe reiterarse con el otro ventilador encendido y el primero apagado. Finalmente, con los dos ventiladores en funcionamiento.



## Enersave®

El principal costo que tiene una estación de GNC además del gas que comprime es sin duda la electricidad que consumen sus compresores. Este consumo representa más del 10% del valor de la facturación de una estación y su optimización tiene un importante efecto sobre la rentabilidad.

ENERSAVE® es un sistema inteligente desarrollado por Galileo por el cual el compresor trabaja adaptando continuamente su capacidad operativa conforme a cómo va variando la demanda en la estación, con lo que se maximiza el aprovechamiento operativo de la misma. De esta forma, es posible no sólo lograr un ahorro superior al 50 % en el consumo eléctrico, sino también obtener otras importantes ventajas, que serán descriptas a continuación

### Cómo son las instalaciones tradicionales

El consumo eléctrico de las estaciones de GNC no depende solamente de la calidad y tecnología del compresor utilizado que son, sin duda alguna aspectos importantes a la hora de definir un compresor, sino además de parámetros, como el volumen de venta de la misma, la capacidad de su almacenamiento, etc.

Las instalaciones tradicionales de GNC cuentan con una o más unidades de compresión que operan con un sistema de almacenamiento cuya capacidad muchas veces se determina de manera empírica y sin seguir un análisis exacto de sus necesidades.

En la práctica, una estación promedio de GNC con compresor de 800 Nm<sup>3</sup>/h de capacidad venderá entre 150.000 y 300.000 Nm<sup>3</sup>/mes. Esto significa que el compresor estará utilizado alrededor del 30% de su capacidad. Entonces, si sumamos los tiempos netos que el equipo operó en el día, no habremos superado las 5 a 10 horas. Como la demanda se produce en forma intermitente, a lo largo del día el equipo habrá arrancado y parado una gran cantidad de veces.

Cada vez que el compresor arranca y para emplea una energía adicional totalmente improductiva que hace que el consumo por Nm<sup>3</sup> comprimido aumente conforme a la cantidad de arranques del equipo.

### Ventajas de ENERSAVE®

- ▶ Reduce el consumo eléctrico en un 50%.
- ▶ Permite reducir la potencia contratada en 30%.
- ▶ Evita 2200 arranques al mes.
- ▶ Elimina completamente los picos de arranque.
- ▶ Reduce el sobreconsumo operativo en un 70%.
- ▶ Reduce el desgaste del compresor, aumentando así su vida útil y bajando los costos de mantenimiento
- ▶ Permite reducir el tamaño de los almacenamientos.
- ▶  $\cos(f)=0.91$ .
- ▶ Reduce costos eliminando las multas de consumo por potencia reactiva.

	SOFT STARTER	ENERSAVE
# ARRANQUES	2568	<300
SOBRECONSUMO OPERATIVO [kwh]	1700 <500	

\*Datos reales promedio tomados en estaciones con volúmenes de ventas entre 70.000 y 150.000 m<sup>3</sup>/mes



También es importante destacar que usualmente, el cálculo del costo de energía eléctrica, se encuentra desdoblado en dos conceptos. Por un lado se paga por la energía realmente consumida, y por otro, se paga por la energía disponible contratada, la cual, en la mayoría de los casos no es utilizada en su totalidad, aunque sí debe ser pagada. Estos dos conceptos mencionados representan cada uno, aproximadamente el 50% del costo total.

En un equipo con capacidad ociosa, como puede verse en cualquier estación de GNC, un alto porcentaje de la factura de energía se debe a la potencia contratada, aunque en la práctica sólo se alcancen esos valores de consumo en los picos de arranque.

Los fabricantes de compresores normalmente especifican el consumo del compresor por Nm<sup>3</sup> de gas comprimido. Sin embargo, a fin de mes, cuando Ud. tome el consumo que indica la factura de energía y lo divida por los Nm<sup>3</sup> de gas que su estación vendió, podrá verificar siempre que el valor resultante es superior a lo que especificó el fabricante.

Ello no necesariamente significa que el fabricante le haya mentado. Lo que sucede es que no se está analizando la verdadera forma en la que operará el compresor, que dará lugar a lo que se denomina sobreconsumo operativo.

En el Gráfico 1 puede verse la comparación de un compresor ideal o sin sobre consumo contra equipos operando en condiciones reales con y sin ENERSAVE®. El ahorro de energía alcanza un 50%.

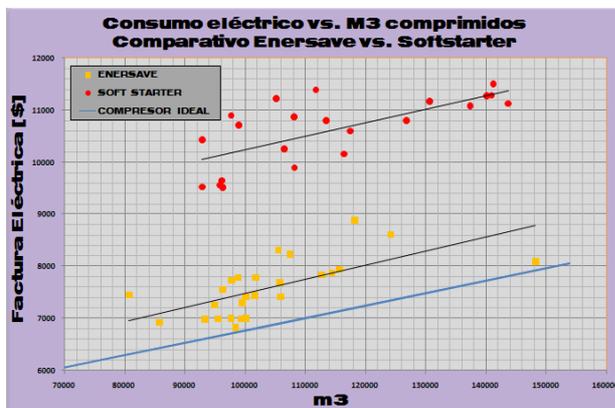


GRÁFICO 1

Como podemos ver en el Gráfico 2 el sobreconsumo aumentará según se reduzca la utilización del compresor. Si éste trabajase el 100% del tiempo, el consumo sería similar al especificado por el fabricante, En la realidad, esto nunca sucede por cuanto no existen clientes las 24 horas del día. El consumo aumenta, a medida que disminuye el porcentaje de utilización. Este consumo adicional se denomina, sobre consumo operativo.

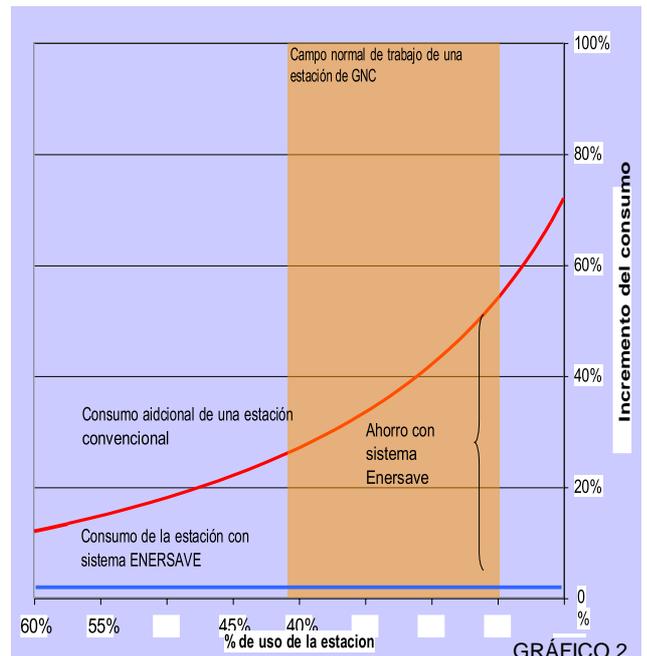


GRÁFICO 2



## ¿Qué es ENERSAVE?

ENERSAVE es un sistema inteligente desarrollado por Galileo, basado en un software que reside en la computadora que comanda las unidades compresoras, combinado con un sistema electrónico de variación de frecuencia eléctrica de alta confiabilidad. Este sistema hace que el compresor se mantenga siempre en funcionamiento, adaptando su capacidad según varía la demanda en la estación, maximizando de esta forma el aprovechamiento operativo de la misma.

Para hacer una analogía con la vida diaria imagínese que Ud., para ir de un lugar a otro, lo hiciese siempre corriendo a la máxima velocidad que puede su físico, ¿Cómo terminaría al final del día?

¿Qué es lo que hace Ud. normalmente? Hay momentos del día en los que Ud. camina lentamente, otros en los que lo hace más rápidamente y algunos, en los que, decididamente, Ud. corre. Eso es ni más ni menos lo que ENERSAVE logra que su compresor haga.

El compresor aprende día a día a qué hora tiene que correr y a qué hora tiene que caminar y ello hace que la instalación funcione de manera más lógica y eficiente.

Adicionalmente al ahorro del sobre consumo operativo, ENERSAVE le permitirá contratar con la compañía de electricidad la potencia instalada que Ud. realmente consumirá, sin duda inferior a la que debería contratar en condiciones normales. Esto le permitirá reducir sensiblemente el importe improductivo de su factura de energía.

## Mitos y verdades

Suele decirse que incrementar el volumen del almacenamiento de la estación elimina el problema. Si bien esto es parcialmente cierto, el incremento del almacenamiento además de ser costoso ocupa espacio en la estación y no evoluciona óptimamente el problema.

En los estudios realizados por Galileo para distintos tipos de estaciones de GNC puede verse que incrementando el almacenamiento, el

problema se resuelve parcialmente pero nunca se igualan los resultados obtenidos con el sistema ENERSAVE. (Ver Grafico 3)



GRÁFICO 3

## Preguntas frecuentes

¿ENERSAVE aumenta la complejidad de mi equipo?

No, si bien es un sistema de alta tecnología el mismo se basa en un desarrollo de software que reside en la computadora que contiene su equipo, combinado con un sistema electrónico de alta confiabilidad.

¿Cuanto voy a ahorrar en forma efectiva?

El ahorro que Ud. tendrá en su estación dependerá del % de uso de la misma, pero suele superar el 50% del valor de su factura.

¿Cuanto tiempo tarda en amortizar el costo de ENERSAVE?

Para estaciones convencionales el costo de ENERSAVE se paga sólo con el ahorro de 6 a 8 meses en la factura de electricidad.

ENERSAVE® es inteligencia aplicada a la optimización de su negocio de GNC

MANUAL DE OPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA  
PRC2000

REV. 00

**GALILEO**

**GNC GALILEO S.A**

Av. Gral. Paz 265

B1674AOA Sáenz Peña (Argentina)

[info@galileoar.com](mailto:info@galileoar.com)

Teléfono 54 11 4712 8002

Fax 54 11 4712 6003

[www.galileoar.com](http://www.galileoar.com)

---

# MANUAL TECNICO

## Estación Reductora de Presión

## Operación y puesta en marcha

# TECHNICAL MANUAL

## Pressure Regulation Plant

## Operation and start-up

---

## Manual de Instalación

### Descripción

#### Estación Reductora de Presión

El sistema Gasoducto Virtual cuenta con una Estación Reguladora de Presión para realizar la descompresión de los módulos. Su objetivo es adecuar la presión para ser utilizada.

Debido a la diferencia de presión existente entre los módulos contenedores MAT y las presiones de entrada, es necesario que la planta reguladora cuente con dos saltos de presión, y un sistema de pre-calefacción del gas para evitar la formación de hidratos.

Componentes principales

#### 1) Sistema de pre-calefacción

Este sistema está formado por las serpentinas (por donde circula el gas), y las resistencias de calefacción (en baño de aceite). La finalidad del mismo es aumentar la temperatura del gas antes de la expansión, evitando que la baja temperatura interfiera en la operación o dañe los equipos.

#### 2) Regulación de alta presión – 1ª etapa

Está destinado a realizar la primera expansión del gas. Se utiliza para ello reguladores del tipo campana presostática, estos permiten bajar la presión en la línea, desde los 200/250 bar (presión en los MAT), hasta los 25 bar.

#### 3) Regulación de baja presión – 2ª etapa

A continuación de la primera regulación del gas, se produce el segundo salto de presión. Para ello el sistema cuenta con un regulador pilotado que brinda una gran estabilidad en la presión final.

### Description

#### **Pressure regulation plant**

*Virtual pipeline system counts with a pressure regulating plant to decompress MATs. Its objective is to control the gas pressure for injecting it in the distribution network.*

*Due to pressure difference between MAT container modules and distribution piping pressure, it is necessary for the plant to include a two steps pressure reduction process, and a gas pre-heater to avoid the formation of hydrates.*

*Pressure reducer plant counts with a measuring systems Vich allows to count the amount of gas injected in the distribution network.*

## **Main components**

### 1) Low pressure regulation – 2nd stage

*After first pressure regulation stage, a second pressure reduction stage is performed. For this purpose, pilot regulators are used, since these provide a great final pressure stability.*

### 2) High pressure regulation – 1st stage

*Its objective is to achieve gas first expansion. For this purpose, presostatic bell type regulators are used. These allow to decrease the line pressure, from 200/250 bar (MAT pressure) to 25 bar.*

### 3) Pre-heating system

*This system is formed by serpentines (where gas circulates), and heating resistances (in an oil bath). Its objective is to increase gas temperature before its expansion, avoiding low temperature to interfere operation, or to damage any component.*

## **Funcionamiento**

La Estación Reguladora de Presión opera a partir del gas contenido en los MAT y adecuando la presión a la de suministro en el gasoducto.

### **Sistema de pre-calefacción**

Este sistema está formado por resistencias calefactoras en baño de aceite, agrupadas en cajas de conexión APE. El aceite posee las características de tener buena transferencia de calor y alta temperatura de degradación.

Las resistencias operan en forma automática con un sistema de set-point independiente y autónomo, regulado por termostatos. Este se calibra a una temperatura máxima y mínima en el fluido (Generalmente entre 70° y 85° C).

### **Regulación de alta presión**

Esta etapa está formada por un bloque que posee válvulas reguladoras RP05.

Las válvulas reguladoras utilizadas trabajan por comparación de presión (campana presostática) es por esto que es necesario alimentar a los mismos con una línea neumática que posea la misma presión que la deseada en la línea. Para ello se cuenta en forma adicional con reguladores 1301 que adecuan la línea de alta presión a la de trabajo.

La presión de operación de estos varía a lo largo de la descarga de los módulos MAT. La misma posee un rango de operación de 250 – 10 bar. Si bien este puente regula hasta los 25 bar, posee una válvula de by-pass que para presiones por debajo de la seteada por programa permanecerá abierta anulando de esta manera la primera regulación y la calefacción, hasta que la presión de los MAT alcancen la presión final de aproximadamente los 10 bar.

El sistema cuenta con válvulas de seguridad que impiden un posible aumento de la presión en la línea ante una anomalía.

## Operation

*Pressure regulation plant operates with MAT contained gas, decreasing its pressure to match distribution network pressure. It has two branches: an operative branch, and a stand-by branch.*

### **Pre-heating system**

*This system is formed by heating resistances in an oil bath, grouped in explosion proof connection boxes. The quantity of these boxes depends on plant's flow. Gas flows through 3 oil submerged serpentines. Oil is a good heat transferer and has a high degradation temperature.*

*Resistances operate automatically with an independent and autonomous set-up set-point system, setted by thermostates. This is set up to a maximum and minimum fluid temperature (usually 70° and 85°)*

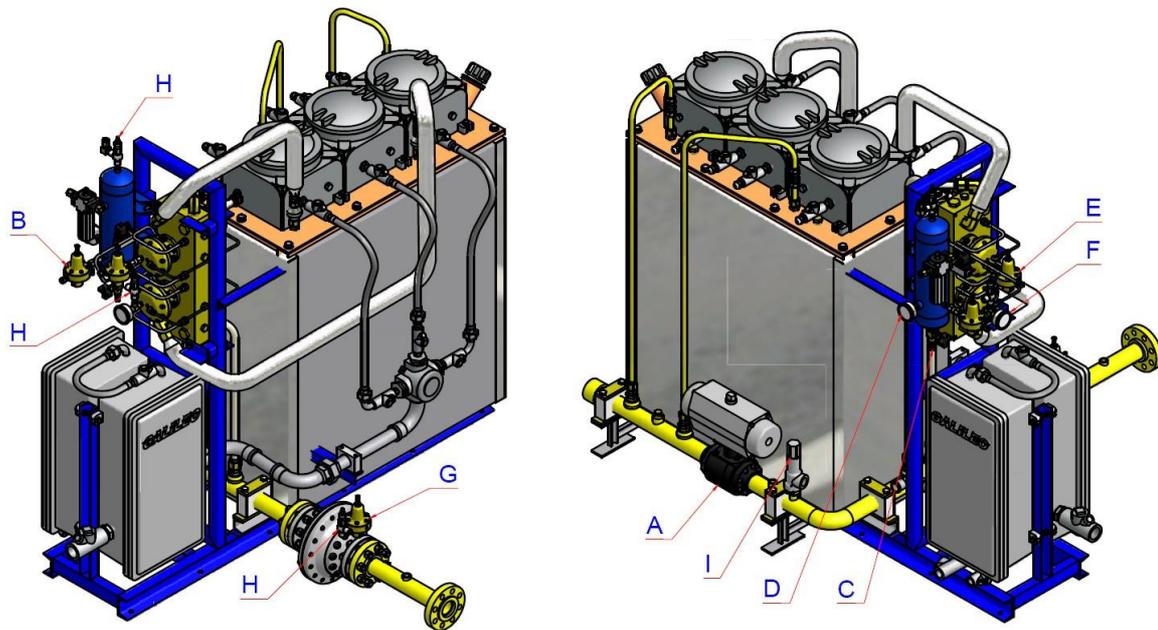
### **Pressure regulation**

*This stage is formed by two unified blocks (operative and stand-by branch), each block has RP05 regulating valves. This allows to isolate a branch for maintenance, with no need of stopping plant operation.*

*Regulating valves work with pressure comparison (presostathic bell) so it is necessary to feed these with a pneumatic line with the desired final pressure. For this purpose, 1301 type regulators adequate high pressure to work pressure.*

*Operation pressure varies during MAT discharge, from 250 to 10 bar. Although pressure is regulated to 25 bar, regulators will be by-passed under 10 bar pressure until MATs reach a final pressure of approximately 10 bar.*

*System counts with safety valves which avoid a possible line pressure increase during a failure.*



Ver catálogo Regulador Fisher 1301/ See Fisher 1301 Regulator catalog

### **Regulación de baja presión**

El segundo salto de regulación está formado por un regulador pilotado y una válvula de seguridad.

### **Low pressure regulation**

*The second regulation stage is formed by two piloted regulators (one for each branch) and a safety valve.*

*In the same manner than previous case, a safety valve vents gas to the atmosphere all systems below the plant.*

*Due to redundancy concepts, to perform any maintenance operation, it is possible to operate with one branch, since each branch can deliver the plant maximum capacity.*

### **Puesta en Marcha / System Start Up**

#### **Izaje y Acarreo**

La planta está formada por una estructura autoportante, esto facilita las tareas de acarreo y posicionamiento.

El chasis puede ser elevado mediante la utilización de uñas.

#### **Hoisting and moving**

*Plant is formed by self carrying a metallic structure; this will simplify hoisting and moving.*

*Chassis counts with holding hoists as shown in figure. In addition, to ease moving in low height places, chassis can be lifted by cradles.*

### **Sujeción del Bastidor**

El mismo se posiciona y permanece simplemente apoyado a la plataforma.

### ***Chassis fastening***

*Chassis is positioned and simply lies on the platform.*

### **Aceite del equipo calefactor**

Antes de la puesta en marcha se debe verificar el nivel de aceite desde la mirilla (1), también posee una mirilla donde se puede verificar el nivel máximo (4). De no haber nivel suficiente, se debe proceder a la carga del mismo desde la boca de carga (2).

Para el vaciado del tanque cuenta una válvula manual (3).

### ***Heating system oil***

*Before starting up, oil level must be verified from the spy hole (1), also has a viewing spy hole where you can check the maximum level. If level is not enough, oil must be filled by the filling port (2).*

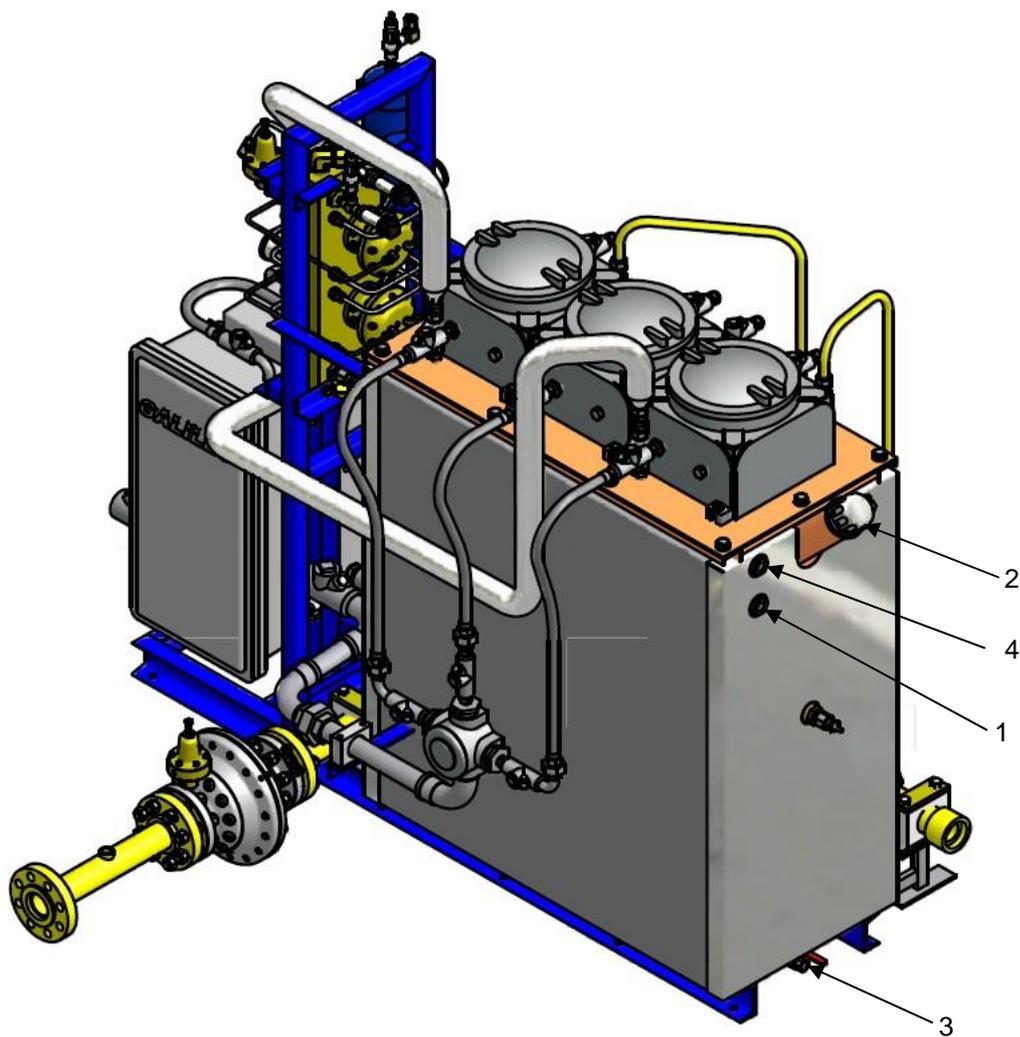
*For emptying the tank, a manual valve is provided (3).*

### **Interconexiones y Acometidas**

El conexionado necesario de la Estación Reguladora de Presión, tanto la parte de gas como la eléctrica, se encuentra detallado en el plano PRC2000@PLANO.

### ***Interconnection and outlet/inlet***

*Necessary connections for pressure regulation plant, for gas and electric systems, have been detailed in drawing PRC2000@PLANO.*



Ver plano PRC2000@PLANO / See drawing PRC2000@PLANO

### **Procedimiento de puesta en marcha**

#### Regulación

1. Verificar que la válvula A se encuentre cerrada.
2. Cerrar la válvula B aflojando el tornillo de regulación.
3. Abrir la válvula C.
4. Abrir la válvula B apretando el tornillo de regulación hasta que el manómetro D ubicado en el pulmón de mando indique la presión deseada.
5. Cerrar la válvula C.
6. Apretar la contratuerca del tornillo de regulación de la válvula C.
7. Cerrar la válvula E aflojando el tornillo de regulación.
8. Abrir la válvula E apretando el tornillo de regulación hasta que en el manómetro F (localizado en el bloque de RP-05) indique la presión deseada para la 1ra. Etapa.
9. Apretar la contratuerca de la válvula E.
10. Apretar el tornillo de regulación de la válvula H hasta lograr la presión deseada para la 2da. Etapa

Ver catálogo regulador 1301 / Catalogo RP/05

### ***Start up procedure***

#### *Pressure regulation*

1. *Check A valve is closed.*
2. *Close the B valve by loosening the adjusting screw.*
3. *Open C valve.*
4. *Open valve B tightening the adjustment screw until the gauge D located in the control lungs indicate the desired pressure.*
5. *Close the C valve.*
6. *Tighten the nut on the adjustment screw on the C valve.*
7. *Close the valve and loosening the adjusting screw.*
8. *Open the valve and tighten the adjustment screw until the gauge F (located in the block RP-05) indicating the desired pressure for the 1st. Stage.*
9. *Tighten the nut on the E valve.*
10. *Tighten the H valve control until the desired pressure for the 2nd. Stage.*

Ver plano UGPRC2000@PLANO / See drawing UGPRC2000@PLANO

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 1 de 22 Revisión N°: 00

## ÍNDICE

-  **Objetivo**
-  **Alcance**
-  **Responsabilidades**
-  **Referencias**
-  **Definiciones y Abreviaturas**
-  **Descripción**
-  **Registros**
-  **Formatos**
-  **Anexos**
-  **Distribución**

### REVISIONES DEL PROCEDIMIENTO

N° Rev.	Fecha	Modificación
00	06/07/05	Emisión

	Firma	Aclaración	Fecha
Preparó	R.BISCEGLIA	<b>Rodolfo Bisceglia</b>	<b>06/07/05</b>
Revisó	R. BISCEGLIA		06/07/05
Aprobó		<b>Rodolfo Bisceglia</b> GERENCIA DE INGENIERIA	

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 16 de 22 Revisión N°: 00

### 1) Objetivo

La presente especificación tiene por objetivo establecer la clasificación de Áreas Peligrosas en los compresores de la serie Microbox fabricados por GNC Galileo S.A. Dicha clasificación se extiende al interior como al exterior de la cabina autoportante con que están equipados estos compresores. Ver punto 3.2 de la norma de referencia.

### 2) Alcance

Todos compresores de la línea Microbox fabricados por G.N.C. Galileo S.A.

### 3) Responsabilidades

El departamento de ingeniería será responsable de generar, actualizar, distribuir la presente especificación, con el claro objetivo de homogenizar y divulgar la clasificación de áreas, tanto dentro del empresa como hacia clientes y proveedores.

### 4) Referencias

Norma Internacional CEI IEC 60079-10.

### 5) Definiciones y abreviaturas

Ver punto 2 de la citada norma internacional.

### 6) Descripción

#### 6.1) Breve descripción del equipo:

Para el diseño de los compresores de la línea Microbox se han tomado en cuenta varias pautas y detalles de diseño basados en medidas de seguridad activa y pasiva con el fin de hacer que estos equipos puedan operar sin riesgos con un combustible gaseoso como lo es el gas natural.

Las características más sobresalientes son las siguientes:

- Microbox es una línea de compresores montados dentro de una cabina autoportante, la cual se encuentra dividida en tres secciones. Dichas secciones son: cabina de compresión, cabina de motor, y cabina de puente de medición.
- Cada una de estas secciones no tiene comunicación con las secciones linderas. O sea las paredes están soldadas entre si como también al piso y al techo de forma que no exista posibilidad de comunicación entre las atmósferas de cada sección.
- En los casos en que hay cañerías que pasan de una cabina a otra se han soldado cuplas o bridas, en la paredes de forma tan que exista un sello perfecto entre la cañería y la pared.
- En el caso del eje del motor que llega hasta el compresor se ha colocado en la pared divisoria de cabina una linterna con dos retenes, de forma tal que exista un doble sello rotativo permanente entre la pared y el eje, eliminando toda posibilidad de paso de atmósferas de la cabina de compresor hacia la cabina de motor.
- La cabina de compresión y la cabina de puente de medición contienen elementos como recipientes, cañerías, compresor, válvulas, etc. que conducen gas en su interior.
- La cabina de motor no posee en su interior ningún elemento que contenga o conduzca gas en su interior, o sea la única posibilidad de que ingrese gas a esta cabina es que provenga del exterior a través del ingreso de aire de ventilación.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 17 de 22
		Revisión N°: 00

- Todos los recipientes, cañerías, instrumentaciones, etc. que contengan gas en su interior, conforman un circuito cerrado y totalmente aislado del área circundante. Aún en los casos de válvulas de alivio de presión, las bocas de descarga de estas están conectadas por medio de una cañería a un colector y por medio de este a un chimenea de venteo al exterior varios metros por encima del nivel de techo del compresor.
- La cabina de puente de medición posee ventilación natural, a través de una reja de ventilación al exterior.
- La cabina de compresor posee ventilación forzada, por medio de dos ventiladores instalados en la parte superior de esta, los mismos se accionan siempre que se encienda el compresor, o en caso que el sensor de gas instalado dentro de esta cabina, detecte una concentración igual al 10% del LEL, en este caso al mismo tiempo el computador de control enviará una señal de alarma por fuga de gas. En caso que se repita dos veces el proceso de encendido por presencia de gas, el computador de control sacará de servicio el compresor indicando además falla por fuga de gas.
- La cabina de motor posee ventilación forzada, por medio de un ventilador instalado en la parte superior de esta, el mismo se accionan siempre que se encienda el compresor, o en caso que el sensor de gas instalado dentro de esta cabina, detecte una concentración igual al 10% del LEL, en este caso al mismo tiempo el computador de control enviará una señal de alarma por fuga de gas. En caso que se repita dos veces el proceso de encendido por presencia de gas, el computador de control sacará de servicio el compresor indicando además falla por fuga de gas.
- La cabina de motor posee además un presostato diferencial el cual indica que los ventiladores se hallen encendidos y funcionando. Y luego que estos se mantengan encendidos provocando un barrido y presurización de la cabina, se enciende el motor principal, esta rutina es controlada por el computador del compresor.

Ver esquemas de cabinas y ventilación en la sección anexos de este documento.

En las siguientes secciones se darán los detalles constructivos y aspectos de diseño, operación y mantenimiento de cada elemento que tenga que ver con la clasificación de áreas.

#### 6.2) Determinación de las fuentes de posibles fugas:

Para determinar las fuentes y grado de las posibles fugas se analizará cada grupo de elementos, o si es necesario cada elemento en particular de los que componen los circuitos que contienen gas en su interior.

Para cada uno de ellos se analizará la probabilidad de que ocurra una fuga en condiciones normales de operación (ver puntos 2.7; 2.7.1; 2.7.2 y 2.7.3 de la norma de referencia).

Dichos grupos de componentes o componentes son:

##### 6.2.1) Cañerías soldadas: todas las cañerías soldadas se unen entre si o con otros recipientes por medio de uniones bridadas. Dichas uniones se fabrican con materiales y elementos normalizados adecuados a las presiones de trabajo (bridas, juntas, bulones, tuercas); se siguen las normas ANSI B16.5.

En general este tipo de unión se utiliza en bajas presiones o sea hasta la serie ANSI 600 (máxima presión de trabajo 100 bar). Solo bajo requerimiento especial del cliente puede extenderse hasta las series ANSI 1500 (260 bar) o ANSI 2500 (430 bar).

Siempre los diámetros de las cañerías están en relación inversa a las series o presiones de trabajo. Así por ejemplo la serie 150 (20 bar) puede cubrir diámetros importantes de hasta 6 pulgadas, la serie 300 (50 bar) puede cubrir diámetros de hasta 4 pulgadas, la serie 600 (100 bar) puede cubrir diámetros de hasta 3 pulgadas, y las series 1500 (250 bar) o 2500 (430 bar) cubrirán diámetros máximos de hasta 2 pulgadas.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 17 de 22
		Revisión N°: 00

Las cañerías soldadas se fabrican siguiendo los estándares de las normas ANSI y /o ASME en lo referente a dimensiones (cálculo), calidad de materiales, identificación de materiales, rastreabilidad de materiales, procedimientos de soldadura, calificación de soldadores, y ensayos no destructivos (tintas penetrantes, partículas magnéticas, gamagrafiado, y pruebas hidráulicas a 1,5 veces la presión de trabajo).

También en fábrica se efectúa una prueba neumática y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** las cañerías soldadas con uniones bridadas y bajo condiciones normales de operación no son fuentes de probables fugas.

6.2.2) Cañerías conformadas en una sola pieza de acero al carbono: Microbox se compone también de cañerías de acero al carbono conformadas en una sola pieza, las cuales se unen entre sí o con otros recipientes por medio de conectores de alta presión (fittings).

Dichos conectores tienen una virola o anillo de ajuste de forma tal que al apretarlo se deforma, deforma el tubo y sella el espacio entre tubo y conector. La otra parte del conector por lo general posee una rosca cónica del tipo NPT, la cual se ajusta y clava sobre las cuplas o roscas mecanizadas de los diferentes recipientes a presión.

Por lo dicho los conectores utilizados presentan en ambos lados de conexión, un sello mecánico que actúa por deformación e interferencia, o sea que su mecanismo de sello se asemeja al de una brida del tipo ring joint.

En las uniones roscadas se agrega además elementos flexibles intermedios de forma de asegurar un sello hermético. Tales elementos son cinta de teflón y selladores líquidos anaeróbicos adecuados para las condiciones de servicio.

Estas cañerías se fabrican con tubos de acero los cuales están fabricados bajo normas ASTM, se doblan en frío en nuestra fábrica utilizando herramental adecuado y radios mínimos, para asegurar que no existan plegamientos, y que la deformación del material sea continua sin alterar los espesores del tubo a lo largo de las curvas.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 17 de 22
		Revisión N°: 00

Estas tuberías se aplican en general a conducción de gas en alta presión, entre 40 y 250 bar según el modelo el compresor. Y se utilizan en diámetros inferiores a 1-1/2 pulgada.

Otra aplicación de esta tuberías es para conducción de gas pero a baja presión para tuberías de servicio o comando y en diámetro generalmente inferiores a 1/2 pulgada.

Los conectores (o fittings) utilizados con estas tuberías son fabricados en una sola pieza forjada lo que asegura la continuidad del material y su resistencia para altas presiones.

En fábrica se efectúa una prueba neumática a la presión de trabajo (250 bar) y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las uniones roscadas o en las “juntas” de los conectores (fittings) y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** las tuberías de acero conformadas en una sola pieza de acero al carbono con uniones a través de conectores o fittings, y considerando que dichas uniones o “juntas” son iguales en efectividad a una unión bridada, bajo condiciones normales de operación no son fuentes de probables fugas.

6.2.3) Cañerías conformadas en una sola pieza de acero inoxidable: Microbox se compone también de cañerías de acero inoxidable conformadas en una sola pieza, las cuales se unen entre si o con otros recipientes o instrumentos por medio de conectores de alta presión (fittings).

Dichos conectores tienen una virola o anillo de ajuste de forma tal que al apretarlo se deforma, deforma el tubo y sella el espacio entre tubo y conector. La otra parte del conector por lo general posee una rosca cónica del tipo NPT, la cual se ajusta y clava sobre las cuplas o roscas mecanizadas de los diferentes recipientes a presión

Por lo dicho los conectores utilizados presentan en ambos lados de conexión, un sello mecánico que actúa por deformación e interferencia, o sea que su mecanismo de sello se asemeja al de una brida del tipo ring joint.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 17 de 22
	Revisión N°: 00	

En las uniones roscadas se agrega además elementos flexibles intermedios de forma de asegurar un sello hermético. Tales elementos son cinta de teflón y selladores líquidos anaeróbicos adecuados para las condiciones de servicio.

Estas cañerías se fabrican con tubos de acero inoxidable fabricado bajo normas ASTM B31.3 y para el material utilizado AISI 316, el rango de presiones de trabajo garantizados para conexiones roscadas NPT varían entre 440 bar para diámetros de 1/8 de pulgada hasta 300 bar para diámetros de 1 pulgada.

Las roscas se fabrican bajo los estándares ASME B1.20 y SAE AS71051 (ver como referencia catálogo de productos en [www.swagelock.com](http://www.swagelock.com)).

Estas tuberías también se doblan en frío en nuestra fábrica utilizando herramental adecuado y radios mínimos para asegurar que no existan plegamientos, y que la deformación del material sea continua sin alterar los espesores del tubo a lo largo de las curvas.

Estas tuberías se aplican en general a conducción de gas en baja presión y alta presión, entre 10 y 250 bar, ya que especialmente se emplean para conectar los diferentes instrumentos y líneas de tuberías de comando. Se utilizan en diámetros inferiores a 1/2 pulgada, excepcionalmente se usan en diámetros de hasta 1 pulgada.

Los conectores (o fittings) utilizados con estas tuberías son fabricados en una sola pieza forjada lo que asegura la continuidad del material y su resistencia para altas presiones.

En fábrica se efectúa una prueba neumática a la presión de trabajo (250 bar) y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las uniones roscadas o en las “juntas” de los conectores (fittings) y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** las tuberías de acero inoxidable conformadas en una sola pieza con uniones a través de conectores o fittings, y considerando que dichas uniones o “juntas” son iguales en efectividad a una unión bridada, bajo condiciones normales de operación no son fuentes de probables fugas.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 17 de 22
		Revisión N°: 00

6.2.4) Recipientes soldados: todos los recipientes soldados se fabrican en diferentes diámetros, espesores y longitudes, adecuado al a función de cada uno dentro del proceso de compresión.

En todos los casos se fabrican siguiendo los estándares de las normas ASME en lo referente a dimensiones (cálculo), calidad de materiales, identificación de materiales, rastreabilidad de materiales, procedimientos de soldadura, calificación de soldadores, y ensayos no destructivos (tintas penetrantes, partículas magnéticas, gamagrafiado, y pruebas hidráulicas a 1,5 veces la presión de trabajo).

También en fábrica se efectúa una prueba neumática y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** los recipientes soldados y bajo condiciones normales de operación no son fuentes de probables fugas.

6.2.5) Compresor: el compresor de gas posee varios puntos donde pueden ocurrir probables fuentes de fugas los cuales detallamos a continuación:

6.2.5.1) Camisas o Cilindros de compresión: Son todos del tipo simple efecto con lo cual no hay compresión en la dirección de los sellos de vástago. Los cilindros son calculados y poseen un rango de trabajo limitado por la máxima presión admisible de trabajo (MAWP), y las válvulas de seguridad que protegen este elemento y los recipientes conectados con cada etapa de compresión están calibradas por debajo de la MAWP y por debajo de la presión de diseño del recipiente. Por lo que cada cilindro del compresor se comporta como un recipiente a presión.

6.2.5.2) sellos de vástagos: ente el desgaste o por una rotura progresiva de estos sellos es probable que ocurra una fuga de gas desde el interior del cilindro hacia la atmósfera circundante

6.2.5.3) Sistema de lubricación: el compresor posee un sistema de lubricación presurizado por una bomba accionada por el mismo cigüeñal del compresor. El mismo consta de conducto internos mecanizados en las diferentes piezas que componen el compresor. Y de conductos externos conformados

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 18 de 22
		Revisión N°: 00

por tubos de acero al carbono unidos mediante conectores (o fittings) iguales a los descrito anteriormente. También posee una bomba de prelubricación accionada por un motor eléctrico la cual funciona en los momentos previos al arranque y parada del compresor. Todo el circuito de lubricación esta construido con tuberías de acero al carbono o inoxidable unidas por conectores iguales a los utilizados en las tuberías de gas con la diferencia que en este caso la presión de trabajo es de 4 bar.

6.2.5.4) Sistema de drenaje de aceite: el compresor posee en cada cilindro y en cada sello de vástago una conexión que permite recolectar el excedente de lubricación o un posible escape de gas. Esta conexión está totalmente canalizada hacia una chimenea de venteo independiente y no tiene en ningún punto conexión con el proceso de gas.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga de gas hacia la atmósfera circundante esté localizada en los sellos de vástagos y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** el compresor bajo condiciones normales de operación no es fuente de probables fugas dentro de la cabina del equipo. Si puede serlo en el extremo de la chimenea de venteo.

6.2.6) Intercambiadores de calor: estos son recipientes a presión que tienen parte de su construcción soldada por lo que se aplican los mismos criterios ya descritos en el punto anterior. También se conectan a otros recipientes a través de cañerías soldadas con uniones bridadas o con tuberías con uniones a través de conectores.

Por se un intercambiador de calor con un haz de tubos mandrilados sobre la placa de los cabezales. Esta unión puede ser un punto de probable fuga. Estas uniones son selladas por mandrilado utilizando herramientas especiales. O sea mediante expansión y deformación del tubo sobre la placa de respaldo. En estas uniones el sistema de sello es muy similar al de un conector o de una junta bridada del tipo ring joint, y posee la misma eficiencia de sellado.

En todos los casos se fabrican siguiendo los estándares de las normas ASME y/o TEMA en lo referente a dimensiones (cálculo), calidad de materiales, identificación de materiales, rastreabilidad de materiales, procedimientos de soldadura, calificación de soldadores, y ensayos no destructivos (tintas penetrantes, partículas magnéticas, gamagrafiado, y pruebas hidráulicas a 1,5 veces la presión de trabajo).

También en fábrica se efectúa una prueba neumática y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 18 de 22
		Revisión N°: 00

los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones bridadas, roscadas o mandriladas y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** los intercambiadores de calor bajo condiciones normales de operación no son fuentes de probables fugas.

6.2.7) Batería de almacenamiento: los compresores cuentan con una batería de tanques de almacenamiento de gas comprimido a 250 bar de presión. Estos tanques y sus válvulas están fabricados bajo estándares internacionales (poseen marcación CE). La unión entre válvula y tanque es a través de una rosca cónica y la conexión entre estos tanques y el resto de los elementos del compresor se realiza a través de tuberías de acero inoxidable o al carbono, conformadas en una sola pieza.

También en fábrica se efectúa una prueba neumática y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo de los set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las uniones roscadas entre válvula y cilindro o entre conectores y tuberías, y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** la batería de almacenamiento bajo condiciones normales de operación no es fuentes de probables fugas dentro de la cabina del equipo.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 18 de 22
		Revisión N°: 00

6.2.8) Drenaje de recipientes: Todos los recipientes que forman parte del proceso de compresión están conectados a un tanque receptor de hidratos y de gas. Esta interconexión permite coleccionar en un solo recipiente todos los hidratos separados en cada tanque. Además este recipiente colector está conectado con una cañería independiente a la chimenea de venteo de gas a la atmósfera cuyo punto de salida se encuentra varios metros por encima del nivel de techo de la cabina del compresor. Estas conexiones están hechas por medio de tuberías de acero al carbono conformadas en una sola pieza.

Este sistema de drenaje permite y despresurización del equipo permite reducir la presión en cada parte del sistema o si fuera necesario en todo el sistema en forma segura sin contaminar con gas la atmósfera interna del equipo. Si bien el gas es vertido a la atmósfera por el operador que realice esta maniobra, este gas no se ventea dentro del equipo sino a varios metros por encima de este de una manera segura y controlada.

El sistema de drenaje se complementa con una válvula ubicada en el medio del lateral del compresor que permite la extracción de líquidos. Pero dado que este recipiente se encuentra conectado al colector de venteo y a la atmósfera, al abrir la válvula para recolección de líquidos no habrá fuga de gas o en este caso será mínima.

También en fábrica se efectúa una prueba neumática y se controlan posibles fugas en todo el equipo, entregándose un certificado de prueba neumática. La misma operación se repite en la puesta en marcha una vez instalada en el sitio de destino, entregándose un acta de puesta en marcha.

También el compresor cuenta con dispositivos de control de las presiones en diferentes puntos del proceso. Dichos sensores detendrán el equipo si algún valor de presión está por encima o por debajo del set point de las alarmas. Se entrega junto con el equipo un certificado de calibración con indicación de todos los set point de todos los dispositivos de seguridad.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones roscadas o entre tubos y conectores y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo, tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo un cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** el sistema de drenaje de recipientes bajo condiciones normales de operación no es fuente de probables fugas, dentro de la cabina del equipo. Si lo es en el extremo de la chimenea de venteo.

6.2.9) Válvulas de seguridad: todas las válvulas de seguridad con que se encuentran protegidos los diferentes recipientes del sistema de compresión se encuentran conectadas a un colector de venteo por medio de tuberías de acero al carbono conformadas en una sola pieza. De esta forma cuando estos dispositivos de seguridad se abren y evacuan gas a la atmósfera lo hacen de manera controlada canalizada y segura ya que el punto de venteo no es dentro del equipo sino varios metros por encima de este.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 18 de 22
		Revisión N°: 00

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones roscadas o entre tubos y conectores y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo un cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** las válvulas de seguridad bajo condiciones normales de operación no es fuente de probables fugas, dentro de la cabina del equipo. Si lo es en el extremo de la chimenea de venteo.

6.2.10) Electroválvulas y actuadores neumáticos: Para automatizar el funcionamiento del compresor se han utilizado electro válvulas y actuadores neumáticos. Estos elementos utilizan como fluido de comando gas natural a 7 bar de presión. Estos elementos están interconectados con el resto de los componentes de la instalación, a través de tuberías de acero inoxidable conformadas en una sola pieza y conectores de acero inoxidable. Por ser actuadores doble efecto, cada vez que un actuador neumático cambia de posición, la electro válvula que lo comanda libera un pequeño caudal de gas. Pero al igual que en las válvulas de seguridad todos los venteos de las electro válvula están conectados por medio de tuberías de acero conformadas en una sola pieza, al colector de venteo y este a la chimenea de venteo. De esta forma solo hay un fuga intermitente de gas pero solo en el extremo de la chimenea de venteo.

Dado que la posible o más probable fuente de fuga se produzca en las juntas de las uniones roscadas o entre tubos y conectores y tomando en cuenta lo indicado en la norma de referencia en los puntos:

- 2.9 NOTA 2: donde se indica que fallas tales como roturas de sellos de bombas, juntas de bridas, o fugas causadas por accidentes, las cuales involucran una urgente reparación o parada del equipo, no se considera que son parte del funcionamiento normal ni se considera que ellos son catastróficos.
- 4.2 párrafo 3: donde se establece que si un ítem componente de un equipamiento de proceso (por ejemplo tanques, bombas, cañerías, recipientes, etc.) no contiene un material inflamable, este claramente no aumentará el riesgo en el área circundante. Lo mismo se aplicará si el ítem contiene un material inflamable pero este no se puede fugar hacia la atmósfera (por ejemplo una cañería totalmente soldada no se considera una fuente de fuga).

**CONCLUSION:** las electro válvulas y los actuadores neumáticos bajo condiciones normales de operación no son fuente de probables fugas, dentro de la cabina del equipo. Si lo es en el extremo de la chimenea de venteo.

6.2.11) Mantenimiento de filtros: cada filtro instalado en el sistema de compresión posee válvula manuales para aislarlo del resto del sistema, y además posee una válvula de drenaje y despresurización de forma tal que al momento de abrir el cuerpo del filtro para proceder al cambio del elemento filtrante

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 19 de 22 Revisión N°: 00

el volumen de gas contenido en el interior del recipiente se encuentra a la presión atmosférica y el volumen es igual al interior del recipiente y comprendido entre ambas válvulas de aislamiento.

**CONCLUSION:** Dado que esta operación se realiza con el compresor detenido y con las puertas abiertas no se considera como fuente de probables fugas.

6.2.12) Válvulas de bloqueo automático: el compresor está equipado con estas válvulas cuya finalidad es cerrar el ingreso y salida de gas hacia y desde el equipo, cada vez que el equipo se encuentra detenido. Si bien estos elementos en sí no aportan fuentes de probables fugas, sí limitan la cantidad de gas total que puede fugar en caso que esto ocurriera. Con estas válvulas se limita la cantidad de gas presente dentro del equipo evitando la posibilidad de tener fugas continuas por largos períodos.

6.3) Determinación de los tipos de zona: en base al análisis realizado a lo largo del punto anterior, y dado que existen divisiones físicas entre las cabinas del compresor según lo indicado en el punto 6.1). Podemos concluir que el compresor poseerá para las condiciones normales de funcionamiento las siguientes zonas:

- Cabina de compresor: zona 2 (en condiciones normales de operación no hay fugas de gas dentro de esta cabina pero dada la gran cantidad de conexiones existente dentro de la misma preferimos subir las condición de seguridad aumentando la clasificación de la misma).
- Cabina de puente de medición: zona 2 (idem anterior).
- Cabina de motor: zona no peligrosa.
- Extremos de chimeneas de venteo: zona 1
- Válvulas de drenaje: zona 2.
- Salida de aire ventilación principal: zona 2 (idem cabina compresión ya que de producirse una fuga saldrá al exterior por el conducto de ventilación).
- Toma de aire ventilación principal: zona no peligrosa.
- Toma de aire ventilación auxiliar: zona no peligrosa.
- Salida de aire ventilación auxiliar: zona no peligrosa.
- Conexión de entrada de gas: zona no peligrosa.
- Conexiones de salida de gas: zona 2.

6.4) Determinación de la extensión de las zonas: dado que la extensión de la zona depende de la distancia estimada o calculada fuera de la cual la atmósfera explosiva existe pero con una concentración en aire inferior al límite inferior de explosividad. Las consideraciones que se tendrán en cuenta para el análisis de cada zona son las siguientes:

- a) El gas natural es más liviano que el aire (0.62) por lo que naturalmente tenderá a elevarse.
- b) Para todas las zonas interiores de la máquina existirán barreras físicas de separación.
- c) En otro caso como medida de seguridad se aplicará una sobre presión y purgado continuo.

6.4.1) Rango de la fuga de gas: este rango depende de los siguientes parámetros: geometría de la fuente de fuga, velocidad de la fuga, concentración, volatilidad de líquidos inflamables y temperatura de los líquidos.

Pasamos ahora a analizar los rangos de fuga para cada una de las zonas indicadas en 6.3), de acuerdo con lo indicado en el Anexo A de la norma de referencia, se clasificarán las fuentes de fuga, las aberturas y el efecto de la abertura en la clasificación del grado de fuga.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 19 de 22
		Revisión N°: 00

- Cabina de compresor (puertas): Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.3) y abertura tipo B (punto A.2.2.2) para las puertas. Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga: secundaria /no fuga. O sea a través de las puertas del compresor y hacia el exterior no fuga gas (Tabla A.1).
- C  
abina de compresor (techo): Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.3) y abertura tipo A (punto A.2.2.1) para la ventilación por el techo. Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga: secundario Tabla A.1). O sea a través del techo y hacia el ducto de ventilación la posible fuga de gas es de tipo secundaria.
- Cabina de compresor (eje motor): Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.3) y abertura tipo D (punto A.2.2.4) para la comunicación con la cabina de motor. Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga: no fuga (Tabla A.1). O sea a través del sello existente entre cabina de compresor y cabina de motor no hay fuga de gas.
- Cabina de puente de medición: Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.3) y abertura tipo A (punto A.2.2.1) para las puertas. Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga : secundario (Tabla A.1). O sea a través de las puertas y hacia el exterior de haber una fuga es de grado secundario.
- Cabina de motor: no hay fuente de fuga , abertura tipo A (punto A.2.2.1).
- Extremos de chimeneas de venteo: Zona 1, fuente de fuga de grado primario (punto A.1.2) y abertura tipo A (punto A.2.2.1). Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga : primario (Tabla A.1). O sea en los extremos de las chimeneas de venteo y hacia el exterior hay una fuga de grado primario.
- Válvulas de drenaje: Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.2) y abertura tipo A (punto A.2.2.1). Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga : secundario (Tabla A.1). O sea en los extremos de las válvulas de drenaje y hacia el exterior de haber una fuga, esta es de grado secundario.
- Salida de aire ventilación principal: Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.3) y abertura tipo A (punto A.2.2.1). Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga: secundario (Tabla A.1). O sea en la salida del ducto de aire de ventilación principal y hacia el exterior de haber una fuga esta es de grado secundario.
- Toma de aire ventilación principal: Zona no peligrosa, no tiene fuentes de fuga, abertura tipo A (punto A.2.2.1).
- Toma de aire ventilación auxiliar: Zona no peligrosa, no tiene fuentes de fuga, abertura tipo A (punto A.2.2.1).
- Salida de aire ventilación auxiliar: Zona no peligrosa, no tiene fuentes de fuga, abertura tipo A (punto A.2.2.1).
- Conexión de entrada de gas: Zona no peligrosa, no tiene fuentes de fuga, abertura tipo A (punto A.2.2.1).
- Conexiones de salida de gas: Zona 2, fuente de fuga de grado secundario (punto A.1.2) y abertura tipo A (punto A.2.2.1). Grado de fuga de la abertura considerada como fuente de fuga: secundario (Tabla A.1). O sea en las válvulas de salida de gas y hacia el exterior de haber una fuga, esta es de grado secundario.

6.4.2) Ventilación: con el fin de evaluar la ventilación en primer lugar y resumiendo lo indicado en la norma de referencia tomaremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- $V_z$  = volumen hipotético por encima del cual la peor concentración de gas inflamable podría estar entre 0.25 y 0.5 veces el LEL, dependiendo del valor del coeficiente de seguridad  $f$  ( $f=1$ =flujo ideal,  $f=5$ =flujo impedido).

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 19 de 22
		Revisión N°: 00

- Determinación del volumen  $V_z$ .
- Determinación del volumen  $V_o$ .
- Relación entre volúmenes  $V_z$  y  $V_o$ .
- Relación entre el caudal de ventilación mínimo necesario para diluir una fuga de material inflamable para requerir una concentración inferior al LEL (B.1)
- determinación del tiempo  $t$  que se requiere par que una concentración inicial  $X_o$  caiga al LEL, tantas veces como un factor de seguridad  $k$ , después que la fuga se haya detenido (B.6).
- Para situaciones al aire libre con bajas velocidades de viento se producen grandes renovaciones por lo que para estos caso consideraremos velocidad de viento  $=0.5\text{m/s}$  y  $C=0.03$  1/s
- Para situaciones al aire libre pero con restricciones consideraremos velocidad de viento  $=0.05$  m/s y  $C=0.01$  1/s.
- El volumen  $V_z$  puede usarse para proporcionar una forma de clasificar la ventilación como alta media o baja para cada grado de fuga.
- Consideraremos ventilación alta para el caso que  $V_z < 0.1\text{m}^3$  y consecuentemente área peligrosa  $= V_z$ . En la práctica alta ventilación solo puede ser aplicada generalmente a un sistema de ventilación artificial local alrededor de una fuga, a áreas cerradas pequeñas o a muy pequeñas rangos de fugas.
- Ventilación baja se tiene cuando  $V_z > V_o$
- Ventilación media: no es ninguno de los dos casos anteriores, normalmente  $V_z < o = V_o$  Deberá controlar la dispersión del fuga. El tiempo tomado para dispersar la atmósfera explosiva de gas después que la fuga se ha detenido podrá ser tal que la condición entre una zona 1 y una zona 2 se encuentre dependiendo de si el grado de fuga es primario o secundario. El tiempo de dispersión aceptable depende de la esperada frecuencia de las fugas y de la duración de estas. Cuando el volumen  $V_z$  es significativamente menor que el volumen del área cerrada se acepta que se clasifique solo una porción de la parte cerrad como área peligrosa. . Si  $V_z$  es similar al área cerrada, entonces todo el volumen de esta será peligroso.
- En situaciones al aire libre, excepto en los casos que  $V_z$  es muy pequeño donde hay significativas restricciones a la circulación de aire, la ventilación será considerada como media.
- Disponibilidad de ventilación buena estas presente casi todo el tiempo
- Disponibilidad de ventilación Justa se espera que esté presente durante la operación normal, se permiten discontinuidades infrecuentemente y por cortos periodos.
- Disponibilidad de ventilación Pobre: no es ninguno de los casos anteriores
- Ventilación natural, disponibilidad = buena.
- Ventilación artificial para evaluar la disponibilidad de la ventilación artificial, se debe considerar la confiabilidad de los ventiladores y ventiladores de reserva. Buena disponibilidad de ventilación normalmente requiere ante falla, un encendido automático de un segundo ventilador. Sin embargo cuando la provisión de aire es hecha para prevenir la fuga de material inflamable cuando la ventilación ha fallado (por ejemplo por un apagado automático del proceso) la clasificación de ventilación no necesita ser modificada y en este caso puede asumirse como buena.

Analizando las cabinas de Microbox las cabinas de compresor y de motor presentan ventilación forzada, con el fin de refrigerar el gas y dichas cabinas. Además de esta aplicación los ventiladores que están controlados por el computador del compresor, también se aplican a la “ventilación” de las cabinas. O sea en caso de ser necesario pueden funcionar exclusivamente para “ventilar” aunque el compresor esté detenido.

Por lo dicho desde el punto de vista de ventilación los compresores Microbox y las zonas previamente definidas tienen dos tipos de ventilación posibles: natural y artificial.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 19 de 22 Revisión N°: 00

Para los casos de ventilación natural de acuerdo con B.4.3.4 la ventilación es natural es “media” y según B.5 la disponibilidad de ventilación es “buena”. Según la tabla B.1 estas condiciones de ventilación aplicadas a cualquier zona no alcanzan para cambiar la calificación de cada área.

Para los casos de ventilación artificial de la cabina de compresor, al evaluar la ventilación se observa en el cálculo siguiente que si bien la ventilación es importante no alcanza la calificación de “alta”, ya que esta se tendría si  $V_z < 0,1m^3$ , por lo tanto también para este caso el grado de ventilación es “medio”.

En cuanto a la disponibilidad de la ventilación y por estar equipado con dos ventiladores, cuyos motores están controlados por el computador del compresor, tanto para las funciones de arranque, como para monitoreo permanente de su estado de funcionamiento en forma independiente, o sea que si uno falla el otro puede arrancar. Podemos plantear que la disponibilidad de ventilación para este caso es “buena”.

Por lo tanto ventilación media con disponibilidad buena para zonas con cualquier tipo de fuga no reducen ni incrementan la calificación del la zona.

Para el caso de la cabina de motor ocurre algo similar donde se verifica que el grado y disponibilidad de la ventilación es “medio” + “bueno” por lo tanto no alcanza para reducir la calificación de la zona. Si bien esta zona la clasificamos como no peligrosa y en principio no requeriría de ventilación, evaluamos la misma bajo las condiciones de la norma de referencia.

A continuación se efectúa la evaluación de la ventilación artificial de la cabina de compresión, considerando una fuga del tipo fitting de cañería.

<b>1 FITTING VENTILACION ARTIFICIAL</b>	
<b>características de la fuga</b>	
masa molecular	16,05 kg/kmol
fuentes de fuga	fitting de cañería
LEL	0,033 kg/m <sup>3</sup> 5 %vol
Grado de fuga	secundario
factor de seguridad k	0,5
rango de la fuga (dG/dt) max	1 kg/s
<b>características de la ventilación</b>	<b>INDOOR</b>
minima velocidad del viento	
renovaciones de aire por unidad de tiempo C	2,08333333 1/s
factor de calidad f	1
Temperatura ambiente T	20      293 °K
Coefficiente de temperatura (T/293°K)	1
Tamaño de la cabina ó Vo	7,68 m <sup>3</sup>
minimo rango de flujo volumetrico de aire fresco (dV/dt)min	60,6060606 m <sup>3</sup> /s
estimacion del volumen hipotético Vz	29,0909091 m <sup>3</sup>
tiempo de persistencia t	1,77066214 s =      0,03 min
caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /s)	16 m <sup>3</sup> /S
renovaciones por segundo	2,08333333 1/s
renovaciones por hora	7500 1/h

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 20 de 22
	Revisión N°: 00	

#### 6.5) Conclusiones finales:

En base a todo lo expresado previamente y tomando en cuenta las siguientes características constructivas adicionales de Microbox:

- Las cabinas están separadas entre si por barreras físicas selladas por soldadura, por burletes de goma o por sellos mecánicos rotativos dobles.
- Las cabinas de compresor y de motor poseen sensores de gas con alarma al 10% de LEL (alarma), y 20% de LEL (detención del equipo).
- La cabina de motor cuenta con un presostato de control el cual a través del computador de control demora el arranque del motor principal hasta que se haya completado un tiempo de barrido y presurización de la cabina de motor.
- Se realizan en fábrica y previo a la puesta en marcha del equipo prueba neumáticas, y se extienden certificados la respecto.

Concluimos en que la clasificación de áreas peligrosas y su extensión dentro y del compresor Microbox como también las proyecciones fuera de este, es la que se indica en el siguiente diagrama:



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 22 de 22
		Revisión N°: 00

**7.0) Registros:**

No hay.

**8.0) Formatos:**

No hay.

**9.0) Anexos:**

Se adjuntan los siguientes documentos complementarios, ver páginas siguientes:

- Plano con detalle de las cabinas y circulación de la ventilación.
- Plano con detalle del sello entre cabinas de compresor y de motor.
- Diagrama del proceso e instrumentos.

**10.0) Distribución:**

Copia 01: Desarrollo

Copia 02: Gerencia de abastecimiento. Copia 03: Gerencia de Ingeniería.

Copia 04: Gerencia de producción. Copia 05: Procedimientos

Copia 06: Servicio Técnico. Copia 07: Gerencia de ventas



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</b>	
	<b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b>	Código: <b>ETSEG012</b>
		Página: 22 de 22
		Revisión N°: 00

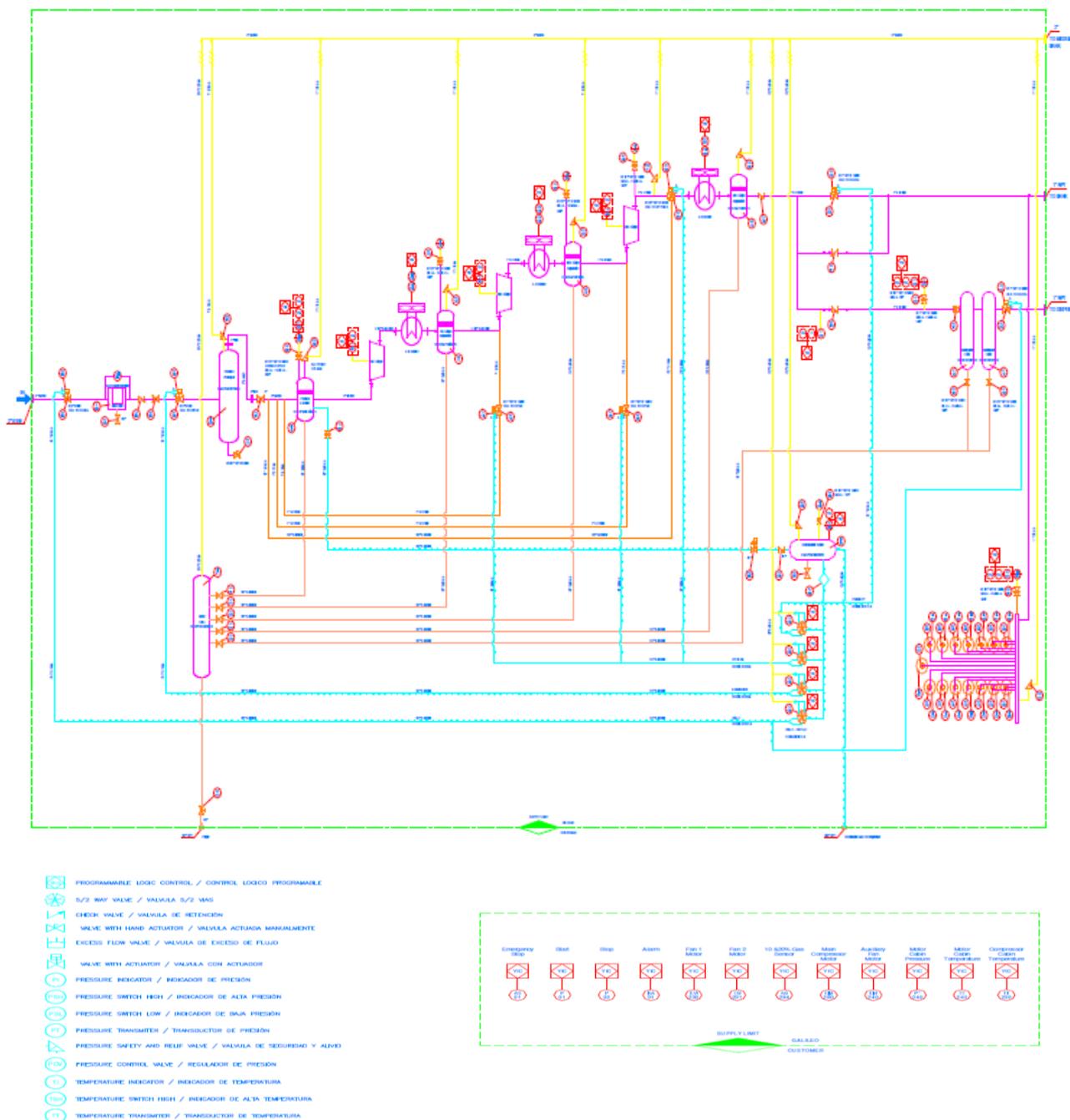
## LISTA DE MATERIALES

COD SACOP7220LF01                      DESCRIPCION:                      98-SUBJ ACOPL7"160-220KW 69-80  
 PLANONRO:                                    REV/MATERIAL/COMENT:            00/CONJUNTO/  
 INGRESO:                                    apinausig

ITEM	INSUMO	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	PLANO NRO.	REV/MAT./COMENT
1	EN007092268	1,00	UNI	10-O'RING 2-268 SHORE 90		BUNA N
2	EN023REV3449	2,00	Uni	10-RET EN V-3449Bb ESPES:18,7MM		DIAM 152,4 X 177,83
3	EN026B178	2,00	UNI	10-SEGUROS DIN 472(AGUJ) 178MM		
4	EN027LI002	1,00	UNI	10-PORT A RET EN ACOPL Ø152.4		00/SAE 1045/MEC/
5	EN027PH002	1,00	UNI	10-PRENSA HEMBRA MANC. L/MOT .		00/SAE 1045/CINC.AMA
6	EN027PM002	1,00	UNI	10-PRENSA MACHO MANC. L/MOT .		00/SAE 1045/CINC.AMA
7	EN012CM1040	8,00	UNI	40-T ORNILLO ALLEN M10 X 40		GR.12.9
8	EN027T SKS0350-7	1,00	UNI	10-ACOP.MET .T SKS0350 7"		
9	EN027CC002	1,00	UNI	10-MANCHON L/COMP. ØEJE69.85		00/SAE 1045/MEC/
10	EN999ALR03	1,00	UNI	10-ALEMITE 1/8 RECTO		
11	EN012ABM008	8,00	UNI	40-ARANDELA P LANA BISCEL. M08		CINCADO
12	EN012AGM008	8,00	UNI	40-ARANDELA GROW ER M08		CINCADO
13	EN012CM0825	8,00	UNI	40-T ORNILLO ALLEN M8 X 25		GR.12.9

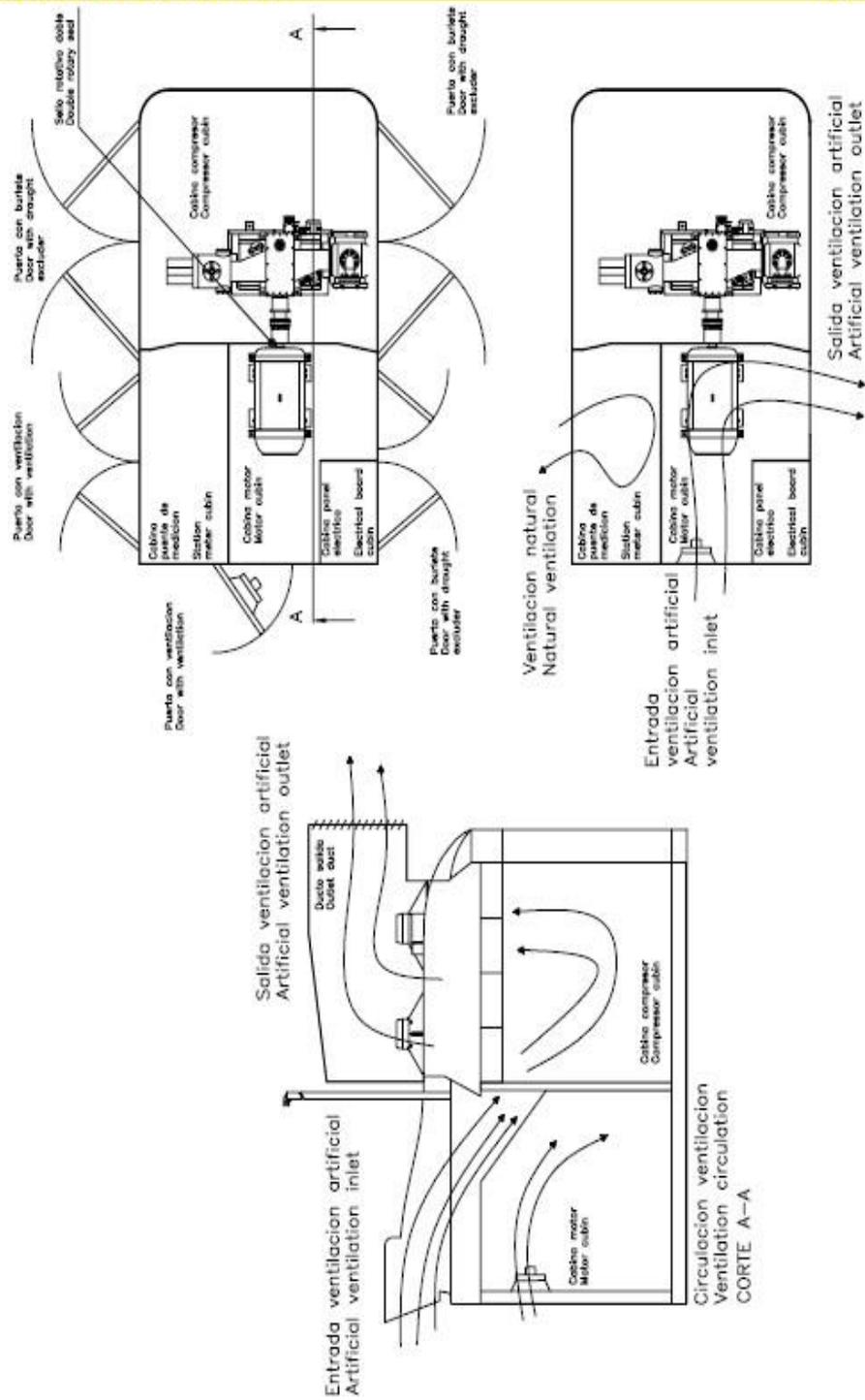
	<h2>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</h2>	
	<p><b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b></p>	<p>Código: <b>ETSEG012</b></p>
	<p>Revisión N°: 00</p>	<p>Página: 22 de 22</p>

Diagrama de procesos e instrumentos:



 <p><b>GRUPO GALILEO</b></p>	<h2>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INGENIERIA</h2>	
	<p><b>CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS SEGÚN NORMA INTERNACIONAL CEI IEC 60079-10 APLICADA A COMPRESORES DE LA LINEA MICROBOX</b></p>	
	<p>Código: <b>ETSEG012</b></p>	<p>Página: 22 de 22</p> <p>Revisión N°: 00</p>

**CABINAS Y VENTILACION / CABINS AND VENTILATION** **TIPMXX-08 REV.:00**



**DICTAN DISPOSICIONES PARA LA SIMPLIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE  
AUTORIZACIONES DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE VENTA AL PÚBLICO DE GAS NATURAL  
VEHICULAR**

**DECRETO SUPREMO Nº 003-2007-EM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 76 del Texto Único Ordenado de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 042-2005-EM, establece que la comercialización de los productos derivados de los Hidrocarburos, se regirán por las normas que apruebe el Ministerio de Energía y Minas;

Que, asimismo el artículo 3 de la norma citada en el considerando precedente, dispone que el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del sector, así como de dictar las demás normas pertinentes;

Que, mediante Decreto Supremo Nº 006-2005-EM se aprobó el Reglamento para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular;

Que, mediante Decreto Supremo Nº 009-2006-EM se declaró de interés nacional el uso del Gas Natural Vehicular y se modificó el Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo Nº 006-2005-EM;

Que, al amparo de la normatividad señalada, para la instalación de Establecimientos de Venta al Público de GNV y para la ampliación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV, los interesados deben tramitar autorizaciones ante diversas dependencias y entidades en el subsector hidrocarburos como son el OSINERG, la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) y la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del Ministerio de Energía y Minas;

Que, siendo política del gobierno impulsar el desarrollo de la industria del gas natural, así como la transformación de la matriz energética del parque automotor y conforme a lo dispuesto en el artículo 150 de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley Nº 27444, es necesario dictar normas que simplifiquen y brinden una mayor celeridad a los procedimientos administrativos para lograr las autorizaciones, permisos e inscripciones de los mencionados establecimientos, creándose para dichos fines un procedimiento especial para tramitarlos en un Expediente Único en el subsector hidrocarburos;

Que, la tramitación del Expediente Único se encontrará a cargo de la DGH, quien coordinará con la DGAAE y el OSINERG la tramitación de los informes y autorizaciones respectivas;

De conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 042-2005-EM y en uso de las atribuciones previstas en los numerales 8) y 24) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

**Artículo 1.- Del Expediente Único**

Establecer un Expediente Único para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV y para la ampliación y/o modificación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV.

**Artículo 2.- Etapas del procedimiento**

El Expediente Único se encuentra integrado por las siguientes etapas:

2.1 Aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para la instalación de Establecimientos de Venta al Público de GNV o para la ampliación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV.

2.2 Informe Técnico Favorable para Instalación o Informe Técnico Favorable para Instalación de Modificación y/o Ampliación, según sea el caso.

2.3 Inscripción en el Registro de Hidrocarburos de la DGH o modificación del referido Registro.

**Artículo 3.- Inicio del procedimiento**

El interesado deberá presentar su solicitud, para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV, o para la ampliación y/o modificación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV, según sea el caso, ante la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (DGH) adjuntando los siguientes requisitos:

**3.1 Requisitos Generales**

- Formato de solicitud indicando el número de RUC.
- En caso sea persona natural, copia simple del documento de identidad.
- En caso sea persona jurídica, copia simple de la partida registral donde obre la constitución social, copia simple de certificado de vigencia de poderes y copia simple del documento de identidad del representante legal.
- Pago único por derecho de trámite.

**3.2 Requisitos Técnicos**

- Formato de DIA para venta de GNV, según Anexo Nº 1 del presente Decreto Supremo, debidamente llenado conforme a las instrucciones señaladas en el mismo. Este requisito sólo se presentará cuando se refiera a solicitudes de Instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV o a solicitudes de ampliación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV.
- Documento que acredite la propiedad o posesión legítima del terreno
- Memoria Descriptiva del Proyecto
- Estudio de Riesgo firmado por el profesional responsable y el administrado.
- Especificaciones Técnicas de construcción, materiales y equipos.
- Planos del proyecto conforme lo establecido en la Resolución de Consejo Directivo de OSINERG Nº 150-2005-OS/CD. (\*) RECTIFICADO POR FE DE ERRATAS
- Planos del proyecto.
- Cronograma de ejecución de obras, precisando las fechas programadas para la realización de pruebas de tuberías y equipos.

Los documentos técnicos presentados deberán estar de acuerdo a las normas técnicas y ambientales aplicables para la instalación de equipos y accesorios para la venta de GNV y para la operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV.

**Artículo 4.- Remisión de documentos**

Una vez presentada la solicitud, la DGH procederá a remitir a la DGAAE el Formato de DIA para venta de GNV y al OSINERG los demás documentos técnicos presentados de acuerdo a lo señalado en el numeral 3.2 del artículo 3 de la presente norma. Estos documentos serán evaluados en forma simultánea.

**Artículo 5.- Trámite de aprobación de la DIA y del ITF de Instalación**

Recibida la DIA por la DGAAE, ésta procederá con la evaluación y aprobación, la misma que se realizará en un plazo máximo de cinco (5) días hábiles, siempre que no existan observaciones. En caso de existir observaciones, éstas deberán ser subsanadas por el administrado en un plazo máximo de tres (3) días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación, luego de los cuales la DGAAE procederá a emitir la resolución respectiva.

Recepcionados los documentos, según lo señalado en el artículo 4, el OSINERG procederá a evaluarlos y aprobar el Informe Técnico en un plazo máximo de quince (15) días hábiles, siempre que no existan observaciones a la documentación presentada. En caso de existir observaciones éstas deberán ser subsanadas por el administrado en un plazo máximo de quince (15) días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación. Transcurrido el plazo señalado, OSINERG procederá a emitir el pronunciamiento respectivo.

**Artículo 6.- Construcción del proyecto**

Aprobada la DIA y el Informe Técnico Favorable para Instalación o Informe Técnico Favorable para Instalación de Modificación y/o Ampliación, según sea el caso, el administrado podrá iniciar la construcción del proyecto, sujeto a las autorizaciones y/o licencia municipales correspondientes.

En la construcción del proyecto para la venta de GNV, OSINERG inspeccionará y verificará que las obras de construcción se realicen de acuerdo a los documentos técnicos aprobados con el Informe Técnico de Instalación. Asimismo, el administrado deberá cumplir con toda la normatividad de seguridad y ambiental aplicable.

Durante la construcción se deberán realizar las pruebas indicadas en el cronograma de ejecución de obras presentado, en las cuales participará un supervisor del OSINERG, quien deberá suscribir el Acta de Pruebas de tuberías y equipos. Asimismo, OSINERG deberá solicitar el Certificado de Conformidad de los equipos y accesorios para la venta de GNV instalados en el establecimiento, conforme a lo señalado en el artículo 60 del Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo Nº 006-2005-EM; así como el Plan de Contingencias para Emergencias y los planos conforme a obra firmados por el administrado o su representante legal y por los profesionales responsables, inscritos y habilitados en el Colegio Profesional correspondiente." (\*) RECTIFICADO POR FE DE ERRATAS

Cualquier observación relacionada con el cumplimiento de normas técnicas o ambientales realizadas por el OSINERG durante la construcción del establecimiento, deberá ser levantada por el administrado, a fin de poder obtener su inscripción en el Registro de Hidrocarburos.

OSINERG comunicará a la DGH la finalización de la construcción del proyecto (\*) RECTIFICADO POR FE DE ERRATAS o aquellas observaciones que no hayan sido subsanadas. Esta comunicación deberá efectuarse dentro de los cinco (5) hábiles siguientes a la comunicación de finalización de la construcción del proyecto, la cual incluye las pruebas finales correspondientes, efectuada por el administrado al OSINERG (\*) RECTIFICADO POR FE DE ERRATAS o cuando este organismo haya tomado conocimiento de dicha finalización debido a la supervisión realizada, o cuando se verifique el vencimiento del plazo otorgado para subsanar las observaciones, según corresponda.

**Artículo 7.- Requerimiento de subsanación de observaciones**

Si en el transcurso del trámite de cualquiera de las etapas del Expediente Único, incluida la construcción del establecimiento, el interesado no subsana las observaciones realizadas o deja transcurrir el plazo sin presentar los documentos requeridos, la DGAAE y/o el OSINERG comunicarán de esta situación a la DGH, quien declarará el abandono o la improcedencia del procedimiento administrativo, según corresponda.

**Artículo 8.- Inscripción en el Registro de Hidrocarburos**

El administrado iniciará el trámite de inscripción en el Registro de Hidrocarburos una vez que haya concluido la construcción del proyecto, siempre que OSINERG haya comunicado dicha situación conforme a lo establecido en el artículo 6º del presente Decreto Supremo.

Para la inscripción o modificación en el Registro de Hidrocarburos de la DGH el administrado deberá adjuntar la Póliza de Seguros de Responsabilidad Civil Extracontractual.

Al inscribir en el Registro de Hidrocarburos a los Establecimientos de Venta al Público de GNV o la ampliación y/o modificación de Establecimientos de Venta al Público de Combustibles para GNV, la DGH expedirá la respectiva Constancia de Registro.

**Artículo 9.- Obligación de verificar la normatividad aplicable**

Para el otorgamiento de las autorizaciones e informes a que se hace referencia en el presente Decreto Supremo, además de evaluar la documentación exigida, cada autoridad competente deberá verificar que se haya cumplido con las normas técnicas, de seguridad y ambientales, según corresponda, establecidas en el ordenamiento jurídico.

**Artículo 10.- De la coordinación**

La DGH deberá coordinar permanentemente con la DGAAE y el OSINERG, a fin de que tome conocimiento de las observaciones realizadas y el estado de los trámites de evaluación de los documentos presentados.

**Artículo 11.- Comunicación de autorizaciones**

Los informes y/o autorizaciones emitidas por la DGAAE y el OSINERG, deberán ser puestos en conocimiento de la DGH y del administrado, a fin de que se continúe el trámite del Expediente Único.

**Artículo 12.- Conclusión del procedimiento**

El procedimiento concluye cuando la DGH procede con la inscripción en el Registro General de Hidrocarburos, cuando deniegue la solicitud o cuando declare el abandono del procedimiento.

**Artículo 13.- Inscripción de un operador para la venta de GNV**

En un Establecimiento de Venta al Público de Combustibles en el que se haya autorizado la venta de GNV o se haya tramitado el Expediente Único para obtener la modificación o ampliación para la venta GNV, podrá solicitarse la inscripción de otra persona diferente a la que viene operando en el establecimiento, a fin de que opere la parte correspondiente a la venta de GNV, debiendo para ello, además de los requisitos establecidos en el numeral 3.1 del artículo 3 del presente Decreto Supremo, adjuntar los siguientes documentos:

- Copia del contrato o acuerdo que otorgue al interesado el derecho para poder operar con GNV en el mismo inmueble.
- Copia de la póliza de seguro de Responsabilidad Civil Extracontractual que cubra daños por actividades desarrolladas en el Establecimiento de Venta al Público de Combustibles incluida la venta de GNV.

El operador del Establecimiento de Venta al Público de Combustibles y el operador de la parte correspondiente al GNV serán responsables solidariamente ante cualquier siniestro o evento que cause daño, ocurrido dentro de las actividades desarrolladas en el establecimiento. Asimismo responderán ante la autoridad o autoridades correspondientes por cualquier incumplimiento o infracción de las normas del Subsector Hidrocarburos.

**Artículo 14.- Permisos y autorizaciones de otras entidades**

Para la obtención de la DIA, del Informe Técnico Favorable de OSINERG, así como para la inscripción en el Registro General de Hidrocarburos, no se exigirá la presentación de autorizaciones o licencias emitidas por las Municipalidades; sin perjuicio de la obligación que tienen los administrados de obtener dichas autorizaciones o licencias, de acuerdo a la norma aplicable para cada caso.

La inscripción en el Registro General de Hidrocarburos no exime al administrado del cumplimiento de los permisos y/o autorizaciones que sea de competencia de otras entidades.

**Artículo 15.- Adecuación de procedimientos del OSINERG**

Para la aprobación del Informe Técnico Favorable de Instalación o del Informe Técnico Favorable de Modificación y/o Ampliación de Instalación, es aplicable el procedimiento establecido en el Anexo de la Resolución de Consejo Directivo de OSINERG Nº 150-2005-OS/CD, en lo que corresponda.

OSINERG deberá adecuar los procedimientos aprobados por Resolución de Consejo Directivo de OSINERG Nº 150-2005-OS/CD, según lo establecido en el presente Decreto Supremo.

**Artículo 16.- Procedimientos en trámite**

Los procedimientos en trámite seguidos ante la DGAAE y el OSINERG, deberán adecuarse a lo establecido en el presente Decreto Supremo. Para tal efecto, la DGAAE y el OSINERG deberán informar a la DGH en un plazo de quince (15) días hábiles, contados desde la vigencia del presente Decreto Supremo, el estado de dichos procedimientos a fin de que la DGH los considere como un Expediente Único.

**Artículo 17.- Consumidor Directo de GNV**

Para la instalación, operación e inscripción en el Registro de Hidrocarburos del Consumidor Directo de GNV se aplicará lo dispuesto en el presente Decreto Supremo, en lo que corresponda.

**Artículo 18.- Incorporación del ítem IH17 en el TUPA del Ministerio de Energía y Minas**

Incorporar el ítem IH17 en el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por el Decreto Supremo Nº 061-2006-EM, en los términos señalados en el Anexo 2 que forma parte del presente Decreto Supremo.

El plazo establecido en el mencionado procedimiento se suspenderá mientras dure el plazo de evaluación del OSINERG para la aprobación del Informe Técnico Favorable a que se refiere el artículo 5 del presente Decreto Supremo.

**Artículo 19.- Del refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de Energía y Minas.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil siete.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

JORGE DEL CASTILLO GÁLVEZ  
Presidente del Consejo de Ministros

JUAN VALDIVIA ROMERO  
Ministro de Energía y Minas



**Listado de Componentes/Component List**  
**Modelo: MXS 185-4-1800-5 Número de Serie: MX 404**



Descripción Description	Marca Vendor	Características Features	Modelo Model	Nº de Serie Serial Nº	Parámetros Parameters
Compresor/Compressor	Galileo		MX404	200-0201	1800 rpm
1ra. Etapa/Compressor Cylinder	Galileo		#B30T 220	624-19/220T	--
2da. Etapa/Compressor Cylinder	Galileo		#B14T 120	623-19/120T	--
3ra. Etapa/Compressor Cylinder	Galileo		#M10T 90	590-A2/90T	--
4ta. Etapa/Compressor Cylinder	Galileo		#A05T45	A76/45T	--
Motor de Prelub./Prelubrication. Motor	Weg	0,55 Kw/60Hz/440V		1008445817	1725 rpm
Bomba de Prelub./Prelubrication Pump	Venturi	--	--	919773	--
Motor Pincipal/Main Motor	Weg	185Kw./60Hz/440V.	--	1008954332	1790 rpm
Ventilador 1/Electric Fan Motor	Weg	5,5 Kw/60Hz/440V.	--	1008954993	1160 rpm
Ventilador 2/Electric Fan Motor	Weg	5,5 Kw/60Hz/440V.	--	1008954992	1160 rpm
Ventilador Auxiliar/Auxiliary Fan	Weg	0,55Kw/60Hz/440V.	--	1008877845	3475 rpm
Cilindros de Almacenamiento/ Storage Cylinders	Cidegas	L13/10	355-21-125	61553	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69295	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69310	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69324	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69328	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69332	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69337	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69345	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69348	125 Lts.
	Cidegas	L61/10	355-21-125	69351	125 Lts.
Valvulas Alivio Pulmon/ Blow Down Safety Valve	Farinola e Hijos	3/4" x 1" NPT	604D1111	1890-1-4/10	35 bar
Valvulas Alivio 1ra Etapa/ 1st Stage Safety Valve	Farinola e Hijos	3/4" x 1" NPT	604D1111	2150-2-9/10	30 bar
Valvulas Alivio 2da Etapa/ 2nd Stage Safety Valve	Farinola e Hijos	1/2" x 1" NPT	603C1111	2060-1-6/10	65 bar
Valvulas Alivio 3ra Etapa / 3rd Stage Safety Valve	Farinola e Hijos	1/2" x 1" NPT	603C1111	2036-1-6/10	175 bar
Valvulas Alivio 4ra Etapa / 4rd Stage Safety Valve	Farinola e Hijos	1/2" x 1" NPT	60351111	2033-1-6/10	275 bar
Valvula Alivio Bateria/ Storage Safety Valve	Farinola e Hijos	1/2" x 1" NPT	60351111	2169-2-9/10	300 bar
Valvula Alivio By-Pass/ By-Pass Safety Valve	Farinola e Hijos	1/2" x 1" NPT	60351111	2169-1-9/10	300 bar
Intercambiador de 1ª Etapa/ 1st Stage Heat Exchanger	Galileo	--	EN024I4100450	1149	
Intercambiador de 2ª Etapa/ 2nd Stage Heat Exchanger	Galileo	--	EN024I41001025	991	
Intercambiador de 3ª Etapa/ 3rd Stage Heat Exchanger	Galileo	--	EN024I41001025	992	
Intercambiador de 4ª Etapa/ 4rd Stage Heat Exchanger	Galileo	--	EN024I41202420	1112	
Transductor de Entrada/ Inlet Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	454	0-40 Bar
Transductor de Salida/ Outlet Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	869	0-400 Bar
Transductor de Almacenamiento/ Storage Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	808	0-400 Bar
Transductor de 1ra. Etapa/ 1st. Stage Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	309	0-400 Bar
Transductor de 2da. Etapa/ 1nd. Stage Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	867	0-400 Bar
Transductor de 3ra. Etapa/ 3rd. Stage Transducer	Bourdon Haenni	4-20 ma	Y913	815	0-400 Bar
Manometro de Entrada/ Inlet Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-10 bar
Manometro de 1ra Etapa/ 1st Stage Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-40 bar
Manometro de 2ra Etapa/ 2nd Stage Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-60 bar



**Listado de Componentes/Component List**  
**Modelo: MXS 165-4-1800-5 Número de Serie: MX 404**



Manometro de 3ra Etapa/ 3rd Stage Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-160 bar
Manometro de 4ra Etapa/ 4rd Stage Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-400 bar
Manometro de Salida/ Outlet Manometer	Wika	63mm	213.53	S/N	0-400 bar
Aceite/ Oil	Mobil	SAE40	HD40	--	--
Sensores de Gas/Gas Sensor	Prevent	--	EPG-2	328-3	--
Electrovalvas/Solenoid Valves	Festo	Cant 7	MGXIAH	S/N	--
Valvulas de Purga/Purgue Valves	Abac	1/4" npt	VA225M25CT	S/N	6000 psi
Valvula de Entrada / Inlet Valve	Valbol	3"	52	816	Serie 150
Valvula de Admision/Admision Valve	Burzan	3"	45	18	Serie 150
Valvula Prioritaria/Priority Valve	Burzan	1/2"	M44	1391	5000 psi
Valvula Actuada By-Pass 1º 1st Stage By-Pass Valve	Burzan	1"	M15	3731	5000 psi
Valvula Retencion By-Pass 1º 1st. Stage Check Valve By-Pass	Burzan	1"	M15	1385	5000 psi
Valvula Retencion By-Pass 2º 2nd. Stage Check Valve By-Pass	Burzan	1"	M15	3734	5000 psi
Valvula Retencion By-Pass 3º 3rd. Stage Check Valve By-Pass	Burzan	1"	M15	3730	5000 psi
Valvula Retencion By-Pass 4º 4th. Stage Check Valve By-Pass	Burzan	1"	M15	751	5000 psi
Manometro Pulmon de Mando / Gauge Pressure	Wika	--	213.53	S/N	0-10 bar
Valvula Actuada de Salida / Outlet Actuated Valve	Burzan	1"	M15	3733	5000 psi
Valvula Manual de salida / Hand Valve Outlet	Burzan	1"	M15	3158	5000 psi
Valvula Actuada Bateria / Battery Actuated Valve	Burzan	1"	M15	3729	5000 psi
Actuador de Salida/Outlet Actuator	Festo		DRE-8-F05	S/N	
Actuador de By Pass/By Pass Actuator	Festo		DRD-4-F05	S/N	
Tubo de CO2/CO2 Tube	Protection Safers	--	--	599474	--
Válvula de Extinción/Extinguish Valve	LPH	--	VDC-E25000	7616	--
Barreras de Seguridad Intrínseca Tipo PT1000/Intrinsic Security Barrier (PT1000 Type)	Pump Control	REV. 2.0	MBI8889	82	--
Barreras de Seguridad Intrínseca Tipo Trasductores/Intrinsic Security Barrier (Transducer Type)	Pump Control	REV. 2.0	MBI8889	82	--
Barreras de Seguridad Intrínseca para Electrovalvas/Intrinsic Security Barrier for Solenoid Valves	Pump Control	REV. 2.0	MBI8889	82	--
Llave Termomagnética/ Thermomagnetic Key	Weg	--	C10	10076407	--
Soft Starter	Weg	--	SSW06	1007906418	--
PTC/PTC	Weg	--	RPW-PTC	S/N	--
Interruptor General/Circuit Braker	Weg	--	DWA630N	003-10/09	--
Contactores/Main Contactor	Weg	CANT 4	CWM32 CWM18	S/N	--
Regulador de Gas de Control/ Control Pressure Regulator	N/A	--	--	--	--
Guardamotores/Safety Appliance	Weg	CANT 4	MPW25	S/N	--
PLC/PLC	SAIA	--	PCD2	S/N	--
Display/Display	Exor		ETOP		
<b>PUENTE DE MEDICION / METERING STATION</b>					
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	13	--
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	17	--
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	19	--
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	20	--
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	22	--
Valvula de Bloqueo/Blocked Valve	Burzan	3"	45	14	--



**Listado de Componentes/Component List**  
**Modelo: MXS 185-4-1800-5 Número de Serie: MX 404**



Valvula de Bloqueo /Blocked Valve	Burzan	3"	45	15	--
Valvula de Purga de Pulmon/ Purge Valve Blow Down	Burzan	3/4"	M44	6390	1500 psi
Valvula de Retencion/Check Valve	Thorsa	3"	--	5139	Serie 600
Manometro/Manometer	Nuova Fima	--	1.18.1	L440007	0-40 bar
Manometro/Manometer	Nuova Fima	--	1.18.1	L330003	0-40 bar
Valvula de Purga de FM2/Purge Vavle of FM2	Burzan	1/2"	M44	1398	1500 psi
Valvula de Purga de FM2/Purge Vavle of FM2	Burzan	1/2"	M44	1295	1500 psi
Valvula Exceso de Flujo/ Excess Flow Valve	Fabricaciones Rosario	--	C5	100052	--
Actuadores/Actuators	Valbol	--	AP05S	--	--
Actuadores/Actuators	Valbol	--	AP04D	--	--
Piloto del Regulador /Inlet Pilot Regulator	Tartarini	--	PS 79	Z202246	--
Regulador de Entrada / Inlet Regulator	Tartarini	--	FL 050	L049080	--
Interruptor a Prueba de Explosion/ Explosion Proof	VL Electric	--	EFS2229SA	S/N	--
Luminaria / Lights	VL Electric	--	FVL1212A	S/N	--

Carlos Monico

Operator



Microbox / Microskid

185-4-1800-5

COMPRESSOR DATASHEET

v 1.01

Customer Data	
Company	

Unit Data	
Model	185 4 1800 5

Instrumentation	
Base Parameters	Sm <sup>3</sup> /h at 1.01 bar, 20.0 °C
Elevation	20.0 m
Ambient Temperature	20.0 °C
Inlet Temperature	22 °C
Gas Specific Gravity	0.85

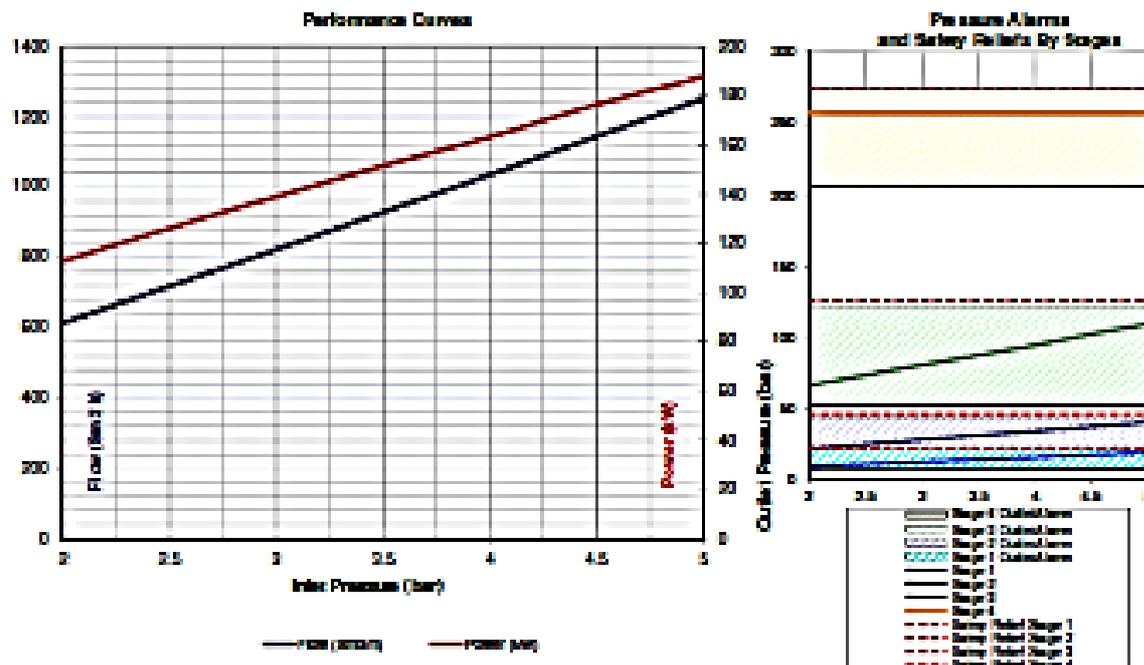
Performance Data			
	MINIMUM IN-PRESSURE	WORKING PRESSURE	MAXIMUM IN-PRESSURE
Suction Pressure	2.00 bar	6.00 bar	5.00 bar
Discharge Pressure	210 bar	255 bar	210 bar
Flow	61.0 Sm <sup>3</sup> /h	58.0 Sm <sup>3</sup> /h	125.0 Sm <sup>3</sup> /h
Power	1.0 kW	2.0 kW	3.0 kW
Specific Consumption	0.164 lwh/Sm <sup>3</sup>	0.145 lwh/Sm <sup>3</sup>	0.150 lwh/Sm <sup>3</sup>

	COMPRESSION STAGES			
	1	2	3	4
Cylinder	#B30T 1800	#B34T 120 1800	#M10T 90 1800	#M0T 45 1800
Bore in (mm)	200.00	170.00	90.00	45.00
Inlet Pressure	5 bar	19	39	108
Outlet Pressure	5 bar	19	109	258
Inlet Temperature	20 °C	51	51	51
Outlet Temperature	20 °C	113	141	138
Power	0.6 kW	0.6	0.6	0.6

Pressure Alarms				
Inlet Pressure	PSL	2.0		
	PSH	5		
Outlet Pressure	PSL	7	17	32
	PSH	21	44	120
Safety Relief Valves	PSV	22	46	126

Temperature Alarms				
Outlet Temperature	TSL			
	TSH	125	125	125

Graphics



\*\*\*All values may have a +/-0% variation  
 \*\*\*\*The manufacturer reserves the right to modify totally or partially any of the datasheet indications without any previous notification  
 \*\*\*\*\*The power and specific consumption are of the compressor unit and do not consider losses for engine performance and equipment auxiliary systems  
 \*\*\*\*\*The interstage pressures and performance may change depending on the different gas compositions.  
 \*\*\*\*\*The alarm values indicated are presented only as a reference and the Galileo's authorized technical service reserves the right of increasing or reducing them for the equipment performance optimization.

## **8.2 Planos**

### **8.2.1 Plano P & D**

El siguiente Plano P & D detalla la lógica del funcionamiento del Sistema de Compresión que se muestra a continuación:

Plano N° 1. P & D DEL SISTEMA DE COMPRESIÓN

