

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



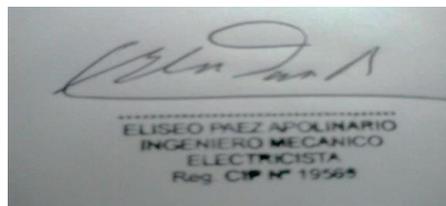
**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MATRIZ ENERGÉTICA
EN LA INSTALACIÓN INTERNA DE GLP A GN EN
LOS QUEMADORES DE LAS AREAS DE
HORNEADO DE PINTURA PARA LA PLANTA
INDUSTRIAL MODASA LURIN - LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

ABEL FRANCISCO TRUJILLO GRACIANO

Callao, 2021

PERÚ



Firma 
DNI: 70044805

(Resolución N°063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

ACTA N° 025 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL II CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA

LIBRO 001 FOLIO N° 073 ACTA N° 025 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 16 días del mes de Julio del año 2021, siendo las 17:37 horas, se reunieron, en la Sala Meet: <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | |
|---|-------------|
| ▪ Dr. José Hugo Tezén Campos | :Presidente |
| ▪ Ing. Lucía Carlos Lozano Ricci | :Secretario |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez | :Vocal |
| ▪ Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias | :Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller TRUJILLO GRACIANO, ABEL FRANCISCO, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el Informe Titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA MATRIZ ENERGÉTICA EN LA INSTALACIÓN INTERNA DE GLP A GN EN LOS QUEMADORES DE LAS ÁREAS DE HORNEADO DE PINTURA PARA LA PLANTA INDUSTRIAL MODASA LURIN-LIMA"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **Aprobado** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **16 (Dieciséis)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrado la Sesión a las 18:17 horas del día 16 de Julio del 2021.

Dr. José Hugo Tezén Campos
Presidente de Jurado

Ing. Lucía Carlos Lozano Ricci
Secretario de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Suplente

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia Profesional

I N F O R M E

Visto el *Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional* titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA MATRIZ ENERGÉTICA EN LA INSTALACIÓN INTERNA DE GLP A GN EN LOS QUEMADORES DE LAS ÁREAS DE HORNEADO DE PINTURA PARA LA PLANTA INDUSTRIAL MODASA LURIN-LIMA"**, presentado por el(la) **Bachiller de Ingeniería Mecánica TRUJILLO GRACIANO, Abel Francisco**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia Profesional*, manifiesta que la exposición del Informe se realizó el día Viernes 16 de Julio del 2021 a las 17:37hrs., no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 16 de Julio del 2021.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
II Ciclo Taller de Titulación por Modalidad de Exposición de
Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JHT' followed by a stylized flourish.

Dr. JOSE HUGO TEZEN CAMPOS
PRESIDENTE JURADO EVALUADOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi familia quienes han sido la motivación para poder alcanzar este objetivo, mi hermana Elena Trujillo, mis padres Francisco Trujillo y Alejandra Graciano, por el apoyo constante que siempre me brindan.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mis profesores de la facultad de Ingeniería Mecánica, por enseñarme todo lo que se y más que eso, guiarme para ser una mejor persona y profesional. A mi asesor de tesis por suficiencia profesional el Ing. Eliseo Páez Apolinario, porque gracias a sus enseñanzas pude concretar con satisfacción mi objetivo.

Gracias a todos los jefes en las empresas que estuve (DEMOCAD, OSINERGMIN, FM ACEROS, MODASA) y fueron poco a poco formándome en este camino como Ingeniero mecánico brindándome la confianza y su apoyo en la toma de decisiones para la ejecución de los proyectos que realizamos.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional contempla los pasos que se deben realizar para el cambio de matriz energética de GLP a GN en una fábrica que cuenta con quemadores para el funcionamiento de sus cabinas de horneado de pintura.

En el registro de consumo de los quemadores se lleva a una tabla para el envío de la solicitud de factibilidad de suministro a la concesionaria CALIDDA además de los documentos que estos solicitan para que procedan con su ejecución.

En el diseño del sistema de gas natural (GN) se consideran las características técnicas y requerimientos en base a los quemadores (equipos de consumo) y su distancia hacia las cabinas de horneado según la NTP 111.010, NTP 111.021 y otras normas internacionales (ASME B31.8, ANSI/ASME B31.3, API 5L, ...), fue diseñado para garantizar una presión y caudal constantes durante las máximas demandas de consumo y evitando pérdidas de carga o caídas de presión durante las operaciones.

Al implementar la matriz energética se redujeron las emisiones y los costos de los servicios de mantenimiento, la duración de la ejecución del proyecto fue de 8 meses con la evaluación técnico económico realizado se espera un reembolso de lo invertido S/. 487,145.04 + IGV en un periodo de 13 meses, luego de este tiempo se generaría un ahorro de 57.9 % en el consumo mensual.

El contrato con el concesionario especifica que si el consumo de 27,000

m³/mes de gas natural disminuye solo estaríamos pagando lo que se consume dentro de ese mes.

El ahorro mensual por el cambio de matriz energética de GN a GLP le permitió a la empresa obtener mayor margen por la venta de productos.

Palabras Claves: Implementación, Cambio de matriz, Quemadores, gas natural, ahorro.

ABSTRAC

This report of professional sufficiency contemplates the steps that must be carried out to change the energy source from LPG to NG in a factory that has burners for the operation of its paint baking cabinets.

In the burner consumption record, a table is taken to send the supply feasibility request to the CALIDDA concessionaire in addition to the documents that they request so that they can proceed with its execution.

In the design of the natural gas (NG) system, the technical characteristics and requirements are considered based on the burners (consumer equipment) and their distance from the baking cabinets according to NTP 111.010, NTP 111.021 and other international standards (ASME B31 .8, ANSI / ASME B31.3, API 5L, ...), was designed to guarantee a constant pressure and flow during the maximum consumption demands and avoiding head losses or pressure drops during operations.

By implementing the energy source, emissions and costs of maintenance services were reduced, the duration of the project was 8 months with the technical-economic evaluation carried out, a reimbursement of the invested is expected S /. 487,145.04 + IGV in a period of 13 months, after this time a saving of 57.9% would be generated in monthly consumption. The contract with the concessionaire specifies that if the consumption of 27,000 m³ / month of natural gas decreases, we would only be paying for what is consumed within that month.

The monthly savings due to the change of the energy source from NG to

LPG allowed the company to obtain a higher margin for the sale of products.

Keywords: Implementation, change the energy source, Burners, natural gas, savings.

INTRODUCCION

El gas combustible es ampliamente utilizado en las industrias como en el área comercial y residencial, el primero dependiendo el rubro de la empresa, tienen consumos altos de GLP y cuentan con tanques a granel de 1000, 2000, etc m³ y van a necesitar un sistema más seguro e ininterrumpido para el funcionamiento de sus equipos. En la actualidad debido a la masificación del gas natural en el Peru muchas empresas vienen implementando esta nueva matriz energética al ser un gas con flujo constante, más limpio y económico (el usuario paga lo que en realidad consume a diferencia del glp), a pesar que el riesgo por incendio no es descartado, por el mal funcionamiento y manejo de las instalaciones.

El presente informe de suficiencia profesional se realizó en la empresa MOTORES DIESEL ANDINOS S.A, ubicado en el distrito de Lurín -Lima (en adelante MODASA), dedicada a la fabricación de carrocería de buses y grupos electrógenos que cuenta con cabinas – hornos de pinturas liquidas para la carrocería de buses y hornos de pintura electrostática en polvo para las carcasas de los Grupos electrógenos. Este horneado después del pintado permite crear terminaciones muy resistentes, para condiciones ambientales normales y a intemperies desfavorables.

Se realizó un estudio del consumo en los hornos de pintura para cada unidad de negocio que trabajan con líneas de GLP las que generaban un consumo total mensual de 11,191.67 galón/mes que es un gasto mensual promedio de 64,342.68 S/. /mes. Al ver estos gastos elevados surgen las

interrogantes.

¿Es viable la implementación de una matriz energética en la instalación interna de GLP a GN en los quemadores de las de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín – LIMA?

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRAC	
INTRODUCCION	
INDICE	1
FIGURAS	3
TABLAS.....	7
I. ASPECTOS GENERALES	10
1.1 Contexto de la realidad problemática.....	10
1.1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.1.2 Justificación de la investigación.....	10
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Objetivo general	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Organización de la empresa o institución	12
1.3.1 Antecedentes históricos	12
1.3.2 Filosofía empresarial	15
1.3.3 Estructura Organizacional	16
II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	18
2.1 Marco teórico	18
2.1.1 Antecedentes	18
2.1.1.1 Antecedentes internacionales	18
2.1.1.2 Antecedentes nacionales	24
2.1.2 Bases teóricas.....	29

2.1.2.1	Gas natural	29
2.1.2.2	Procesamiento del gas natural.....	32
2.1.2.3	Gas natural en el mundo.....	33
2.1.2.4	Gas natural en el Peru	35
2.1.2.5	Gas natural en el sector industrial.....	42
2.1.2.6	Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales de gas natural seco	44
2.1.2.7	Sistema de distribución en Lima y Callao de Cálidda.....	45
2.1.2.8	Accesorio de ingreso a la estación (AIE).....	46
2.1.2.9	Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP) 48	
2.1.2.10	Red interna	50
2.1.2.11	Instalación de estaciones de reguladores secundarios a los equipos.....	52
2.1.2.12	Cabinas Hornos de pintura Modabus	53
2.1.2.13	Línea para pintura en polvo, sistema en continuo Modapower	55
2.1.2.14	Quemadores	55
2.1.3	Aspectos Normativos	57
2.1.4	Simbología técnica	59
2.2	Descripción de las actividades realizadas.....	59
2.2.1	Etapas de las actividades.....	59
2.2.2	Diagrama de flujos	61
2.2.3	Cronograma de actividades.....	61
III.	APORTES REALIZADOS	64
3.1	Planificación, ejecución y control de etapas.....	64
3.2	Evaluación Técnico – Económico	114
3.3	Análisis de resultados	117
IV.	DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	120
4.1	Discusión	120
4.2	Conclusión.....	120
V.	RECOMENDACIONES	122
VI.	BIBLIOGRAFIA	122

PLANOS	123
ANEXOS	132

FIGURAS

Figura 1.1: <i>Mapa de ubicación de la empresa MODASA</i>	14
Figura 1.2: <i>Empresa MODASA-Lurín</i>	14
Figura 1.3: <i>Organigrama de la empresa MODASA</i>	17
Figura 2.1: <i>Yacimientos asociados – Gas Natural</i>	31
Figura 2.2: <i>Yacimientos no asociados – Gas Natural</i>	32
Figura 2.3: <i>Procesamiento del Gas Natural</i>	33
Figura 2.4: <i>Diseño del Proyecto Camisea</i>	38
Figura 2.5: <i>Lotes, pozos y empresas de los recursos de Camisea a 2014.</i>	40
Figura 2.6: <i>Composición accionaria de agentes involucrados en el Proyecto Camisea a 2014</i>	41
Figura 2.7: <i>Principales mercados para el gas natural</i>	42
Figura 2.8: <i>Aplicaciones energéticas del Gas Natural</i>	43
Figura 2.9: <i>Instalación de una red interna industrial de Gas Natural</i>	45
Figura 2.10: <i>Distribución de gas natural en Lima - Callao</i>	46
Figura 2.11: <i>Válvula de servicio de red de distribución</i>	47
Figura 2.12: <i>Excavación para el tendido de tuberías de acero</i>	47

Figura 2.13: <i>Tendido de tuberías de acero.</i>	48
Figura 2.14: <i>Estación de Filtración y medición</i>	49
Figura 2.15: <i>Preparación de material, tratamiento y pintura.</i>	50
Figura 2.16: <i>Montaje de tubería adosadas en paredes.</i>	51
Figura 2.17: <i>Montaje de tubería por techos.</i>	51
Figura 2.18: <i>Montaje de tubería enterradas.</i>	52
Figura 2.19: <i>ERS (Esquema de Estación de Regulación Secundaria).</i> ...	53
Figura 2.20: <i>Exterior de la cabina de pintura Modabus.</i>	54
Figura 2.21: <i>Interior de la cabina de pintura Modabus</i>	54
Figura 2.22: <i>Línea Sifap Modapower.</i>	55
Figura 2.23: <i>Quemador de Gas Industrial.</i>	56
Figura 2.24: <i>Diagrama de flujo.</i>	61
Figura 2.25: <i>Cronograma de obra del desarrollo del Proyecto – Parte1.</i>	62
Figura 2.26: <i>Cronograma de obra del desarrollo del Proyecto – Parte2.</i>	63
Figura 3.1: <i>Estación de filtración y Medición primaria.</i>	76
Figura 3.2: <i>Red Interna de GN - Salida de la EFM</i>	86
Figura 3.3: <i>Red Interna de GN – Ingreso a la Nave Modapower.</i>	87
Figura 3.4: <i>Red Interna de GN – Bypass Ingreso al horno SIFAP y tubería Hacia Modabus.</i>	87
Figura 3.5: <i>Red Interna de GN – Medidor secundario de la unidad de</i>	

<i>negocio Modabus</i>	88
Figura 3.6: <i>Red Interna de GN – Ingreso a los hornos de pintura liquida Modabus – Parte 1</i>	89
Figura 3.7: <i>Red Interna de GN – Ingreso a los hornos de pintura liquida Modabus – Parte 2</i>	89
Figura 3.8: <i>Trabajos civiles - Caseta de la Estación de Filtración Primaria EFMP</i>	95
Figura 3.9: <i>Instalación de puerta batiente - Estación de Filtración Primaria EFMP</i>	95
Figura 3.10: <i>Instalación de soporte y skid de tuberías - Estación de Filtración Primaria EFMP</i>	96
Figura 3.11: <i>Habilitación de la red de GN - Estación de Filtración Primaria EFMP</i>	96
Figura 3.12: <i>Excavación de zanja para la instalación de tubería HDPE - 1.</i>	97
Figura 3.13: <i>Excavación de zanja para la instalación de tubería HDPE - 2.</i>	97
Figura 3.14: <i>Red Interna de GN saliente de la EFMP</i>	98
Figura 3.15: <i>Tubería de GN enterrada señalizada</i>	98
Figura 3.16: <i>Red Interna de GN que ingresa a la nave de Modapower-1.</i>	99

Figura 3.17: <i>Red Interna de GN que recorre columna metálica y tijera.</i>	99
Figura 3.18: <i>Red Interna de GN que recorre tijera y vigas de amarre.</i>	100
Figura 3.19: <i>Red Interna de GN a línea de horneado Sifap - 1.</i>	100
Figura 3.20: <i>Red Interna de GN a línea de horneado Sifap - 2.</i>	101
Figura 3.21: <i>Red Interna de GN que sale de la nave Modapower.</i>	101
Figura 3.22: <i>Red Interna de GN recorrido por el perímetro predial.</i>	102
Figura 3.23: <i>Red Interna de GN Estación de medición secundario Modabus.</i>	102
Figura 3.24: <i>Red Interna de GN recorrido por el área de maestranza</i>	103
Figura 3.25: <i>Red Interna de GN recorrido por el área de corte buses</i>	103
Figura 3.26: <i>Red Interna de GN Ingreso a los hornos de pintura líquida Modabus.</i>	104
Figura 3.27: <i>Red Interna de GN recorrido por los hornos de pintura líquida Modabus.</i>	104
Figura 3.28: <i>Medición de la rugosidad de tuberías.</i>	106
Figura 3.29: <i>Medición de los mills después del pintado de las tuberías.</i>	106
Figura 3.30: <i>Prueba de tintes penetrantes a las uniones soldadas - 1.</i>	107
Figura 3.31: <i>Prueba de tintes penetrantes a las uniones soldadas - 2.</i>	107
Figura 3.32: <i>Ajuste con torquimetro de todas las uniones entre bridas</i>	108
Figura 3.33: <i>Instalación de ERS'S en hornos de pintura líquida Modabus -</i>	

1.....	109
Figura 3.34: <i>Instalación de ERS'S en hornos de pintura liquida Modabus -</i>	
2.....	110
Figura 3.35: <i>Instalación de ERS'S en hornos de pintura liquida Modabus -</i>	
3.....	110
Figura 3.36: <i>Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 1.</i>	
.....	111
Figura 3.37: <i>Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 2.</i>	
.....	111
Figura 3.38: <i>Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 3.</i>	
.....	112
Figura 3.39: <i>Puesta en marcha y graduación de los quemadores.....</i>	114
Figura 3.40: <i>Grafico columna del Histórico de Consumos de GLP –</i>	
<i>MODASA.....</i>	115
Figura 3.41: <i>Grafico circular del Consumos Promedio de GLP –</i>	
<i>MODASA.....</i>	116

TABLAS

Tabla 1: <i>Tabla diferencia entre GN, GNL y GNC o GNV.</i>	29
Tabla 2: <i>Tabla de composición del Gas Natural.</i>	30
Tabla 3: <i>Reservas Probadas de Gas Natural América Latina.....</i>	34

Tabla 4: <i>Reservas de Gas Natural en el Mundo</i>	35
Tabla 5: <i>Planilla de cargas Térmicas</i>	65
Tabla 6: <i>Consumo de Gas Natural</i>	66
Tabla 7: <i>Parametros de diseño según SFS</i>	71
Tabla 8: <i>Caudales para los medidores Tipo G</i>	73
Tabla 9: <i>Condiciones iniciales de la Línea</i>	75
Tabla 10: <i>Planilla de cálculo de tuberías a 5 bar de la Estación de filtración y medición primaria</i>	77
Tabla 11: <i>Planilla de cálculo de tuberías a 1 bar de la Estación de filtración y medición primaria</i>	78
Tabla 12: <i>Condiciones para la selección del elemento filtrante</i>	79
Tabla 13: <i>Características de un elemento filtrante</i>	80
Tabla 14: <i>Cuadro resumen - cálculos de la envolvente</i>	81
Tabla 15: <i>Espesores de la envolvente</i>	81
Tabla 16: <i>Espesores de las conexiones</i>	82
Tabla 17: <i>Maximo causal de la estación diseñada</i>	84
Tabla 18: <i>Planilla de cálculo de tuberías a 5 bar de la Red Interna</i>	92
Tabla 19: <i>Planilla de cálculo de tuberías a 1 bar de la Red Interna</i>	93
Tabla 20: <i>Lista de materiales ERS'S</i>	109
Tabla 21: <i>Procedimiento habilitación de la red interna de GN</i>	112

Tabla 22: Histórico de <i>Consumos de GLP – MODASA</i>	115
Tabla 23: Ahorro económico al realizar el cambio de <i>GLP a GN – MODASA</i>	116
Tabla 24: <i>Proyecto instalación de GN – MODASA 2020 – Financiado a 12 meses</i>	118

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto de la realidad problemática

En la planta industrial MOTORES DIESEL ANDINOS S.A, se utilizó GLP como fuente energética en los quemadores de las áreas de horneado de pintura. MODASA cuenta con dos unidades de negocio MODABUS la cual cuenta con 14 quemadores y MODAPOWER con 5 quemadores estos generan un consumo promedio total de 11,191.67 Gal/mes de GLP. Al ir aumentando la producción, se generaron problemas en el funcionamiento de los equipos al ponerlos en marcha al mismo tiempo, se presentaba lo siguiente: En la estación principal el tanque de 1000 Gal de GLP generaba sudoración excesiva, así como caída de presión en la red de gas, estos fenómenos suceden generalmente cuando la capacidad de vaporización del sistema de gas es menor a la demanda de los equipos de consumo. Los tiempos de despacho del combustible por parte de la concesionaria demoraban y en el mantenimiento preventivo a los quemadores se notaba la presencia de mucho hollín y emisiones contaminantes.

1.1.1 Planteamiento del problema

¿Es viable la implementación de una matriz energética en la instalación interna de GLP a GN en los quemadores de las de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín – LIMA?

1.1.2 Justificación de la investigación

Este trabajo de suficiencia profesional será una guía para todas las empresas que deseen implementar una matriz energética en las

instalaciones internas de GLP a GN, cumpliendo las normas D.S 042-99-EM, NTP 111.010, NTP 111.021, etc y especificaciones que solicite OSINERGMIN para su aprobación, además se indicará que documentación solicita la concesionaria CALIDDA para la SFS (Solicitud de factibilidad de suministro).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar una matriz energética en la instalación interna de GLP a GN en los quemadores de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín - LIMA, estableciendo un servicio ininterrumpido, más económico y menos contaminante.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recolectar la información de los consumos de todos los equipos.
- Coordinar con el concesionario de Gas Natural Calidda la Solicitud de factibilidad de suministro para realizar el proyecto de sustitución de la línea.
- Gestionar y elaborar la ingeniería de detalle necesaria para su ejecución.
- Planificar e identificar las actividades a realizar, los recursos a utilizar, los plazos y los costos estimados y reales utilizados durante el desarrollo del proyecto.
- Ejecutar y supervisar la puesta en marcha y habilitación de la instalación interna de GN.

- Elaborar el proyecto técnico económico de los beneficios del replazo.

1.3 Organización de la empresa o institución

1.3.1 Antecedentes históricos

MOTORES DIESEL ANDINOS S.A, con RUC 20417926632, está ubicada en la Antigua Panamericana Sur KM 38 .2 – Lurín y con otras sedes en santa Anita y frutales, con dirección electrónica: modasa@modasa.com.pe. Inició sus actividades en noviembre de 1977 lo hizo con el propósito de que el Perú pudiese desarrollar su industria y convertirse en el principal fabricante de motores para toda la región andina. Además de ser líder en la fabricación y comercialización de buses y grupos electrógenos, así como también servicios de reparación y mantenimiento de los mismos, que tiene presencia en más de 20 países de América. Actualmente está financiada con capital privado 100% peruano, En sus inicios, su crecimiento y madurez se nos narran momentos cumbres hasta las incursiones en el extranjero.

Desde aquel día ha recorrido un largo camino. Las actividades y mercados en los que ha incursionado como Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia y México han superado este propósito inicial. Una de las razones del éxito ha sido la de saber adaptarse a los retos y necesidades que se han presentado.

Hitos más Importantes:

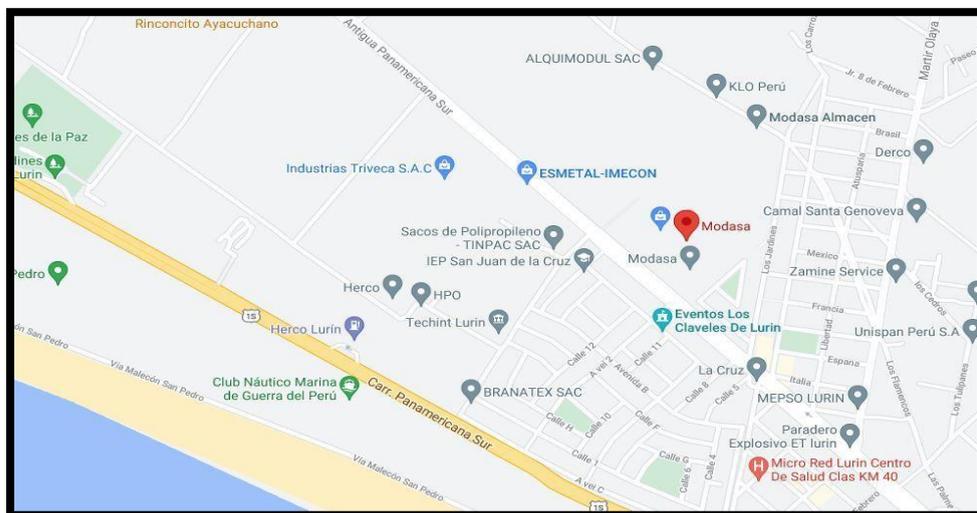
- 1974: Motores Diesels Andinos S.A. (MODASA) se constituyó el 7 de

junio de 1974.

- 1977: Inicio sus operaciones en la ciudad de Trujillo el 10 de noviembre de 1977 en una planta de producción de 100, 000 m².
- 1983: En abril de 1983, el Ing. Héctor García Béjar fue nombrado gerente general de MODASA, cargo que mantiene hasta la fecha.
- 1990: Modasa incursiono en la fabricación de grupos electrógenos. Esta nueva actividad le permitió a la empresa superar las dificultades económicas que vivía el país en ese entonces.
- 1998: Luego de haber operado en Trujillo por más de veinte años, MODASA se muda a Lima, inaugurando una planta de operaciones de 30, 000 m² ubicada en el distrito de Ate.
- 2000: Inicia el ensamble de chasis vehiculares con motores perkins y comienza a brindar servicios de mantenimiento de vehículos comerciales.
- 2006: Se fabricó el primer bus urbano a gas natural y a la fecha ya van más de 1800 buses de este tipo.
- 2008: Inicio la construcción de un complejo industrial en Lurín dedicado a la fabricación de buses y grupos electrógenos con un área de 70, 000 m².
- 2010: MODASA fabrico 450 buses para el metropolitano: 200 articulados y 250 alimentadores. Todo ellos con tecnología Euro V.
- 2016: Modasa fabrico el grupo electrógeno móvil más potente del país para la minera Chinalco.

- 2017: MODASA certifico la norma europea R66, la cual garantiza la seguridad y supervivencia de los pasajeros en caso de vuelco.
- 2018: MODASA certifica la actualización del ISO 9001:2015, asegurando la mejora continua de nuestros procesos.

Figura 1.1: Mapa de ubicación de la empresa MODASA.



Fuente: <https://goo.gl/maps/ajBDw6y7McFTAUde8>

Figura 1.2: Empresa MODASA-Lurín.



Fuente: <https://modasa.com.pe/>

1.3.2 Filosofía empresarial

MISIÓN

Diseñar, producir y comercializar buses, grupos electrógenos y equipos de la más alta calidad y tecnología internacional, para brindar soluciones operativas acorde con las necesidades específicas de cada uno de nuestros clientes. Operar la empresa generando una rentabilidad acorde con las expectativas de nuestros accionistas, logrando el compromiso y desarrollo profesional de nuestros empleados, contribuyendo con el desarrollo y beneficio social de nuestro país.

VISIÓN

Ser la primera opción de compra a nivel nacional en el mercado de buses, grupos electrógenos, equipos y servicios de taller, siendo reconocida como una empresa de actitud vanguardista en el desarrollo de productos y en brindar soluciones operativas que sus clientes necesitan.

VALORES DENTRO DE LA EMPRESA:

- ✓ **Compromiso:** Las personas que trabajan en Modasa deben sentir amor por lo que hacen, previniendo y superando obstáculos que interfieran con el logro de sus objetivos, liderando iniciativas y realizando los cambios necesarios para alcanzarlos de manera efectiva.
- ✓ **Trabajo en Equipo:** Los trabajadores de Modasa deben ser colaboradores y comunicativos con el resto de sus compañeros, demostrando actitud positiva respecto a los demás que fortalezca las relaciones interpersonales, lo cual aumentará la eficacia de sus

resultados.

- ✓ **Honestidad:** Buscamos personas honestas, ya que la clave del éxito y prestigio de nuestra organización es hacer siempre lo correcto, actuando con sinceridad y transparencia. La honestidad no solo es un valor que debemos ejercer sino también es un valor que debemos exigir a los demás.
- ✓ **Calidad e Innovación:** Queremos personas que lo imaginen, lo creen y lo hagan bien. En Modasa incentivamos la creatividad e innovación pensando “fuera de la caja”, generando soluciones novedosas y mejoras aplicables en los procesos, productos y servicios para transformarlos en prácticas operables en MODASA.

1.3.3 Estructura Organizacional

La empresa MOTORES DIESEL ANDINOS S.A cuenta en su planta con un gerente general, gerentes de unidad de negocio, Ingenieros, técnicos y operarios (mecánicos y eléctrico), dentro de la planilla hay más de 1200 trabajadores.

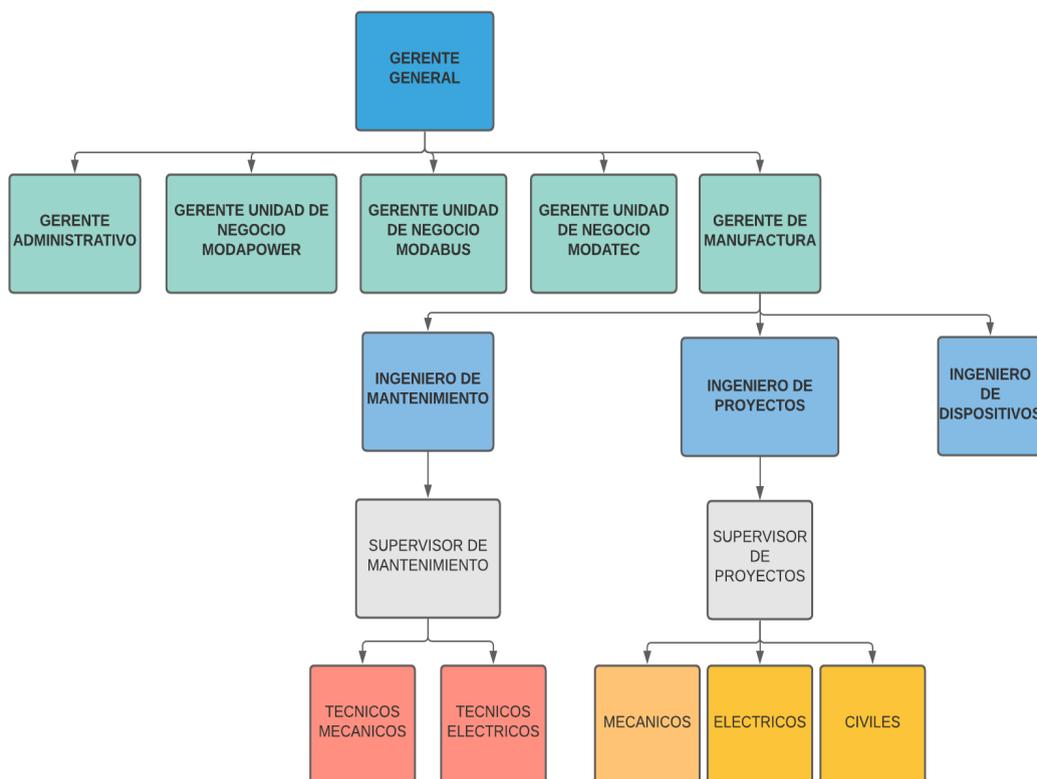
El cargo que desarrollo dentro de la empresa es de Ingeniero de Proyectos, dentro de mis funciones están las siguientes actividades:

- Planificar, dirigir, coordinar, controlar y organizar las acciones que sean necesarias para la eficiente y optima ejecución de los Proyectos.
- Establecer el cronograma inicial de ejecución de obra, de acuerdo con los plazos estipulados en las bases de Contrato con los

proveedores y tomar las acciones necesarias para lograr su cumplimiento.

- Implementar políticas e instructivos que aseguren el eficiente uso de recursos durante el desarrollo de las actividades en los diferentes proyectos.
- Controlar permanentemente que la ejecución del proyecto se realice dentro de los parámetros de Costo, Calidad y Tiempo esperados.
- Identificar, evaluar, gestionar acciones de mejora continua en los proyectos.

Figura 1.3: Organigrama de la empresa MODASA.



Fuente: Elaboración propia.

II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Antecedentes

En los últimos 20 años el uso de Gas Natural en el Perú y el mundo viene siendo muy escuchado debido a los beneficios económicos. Esto ha mejorado la balanza comercial de hidrocarburos y creado oportunidades para que los hogares peruanos y sectores económicos, como la industria y el comercio, se beneficien de un combustible limpio y de bajo costo.

2.1.1.1 Antecedentes internacionales

(Cuesta Garcia, 2018), Su investigación “Guía técnica para el diseño de una red de gas natural para uso industrial, aplicando la norma técnica colombiana”, tiene como objetivo establecer los requisitos que se deben cumplir en las etapas de diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones para suministro de GN destinadas a uso residencial, comercial e industrial en orden a la prevención y consecuente reducción de riesgos de seguridad para garantizar la protección de la vida y la salud. En conclusión, La realización de una guía técnica, para el diseño de redes de gas de uso industrial, simplifica la recopilación de información existente y proporciona de manera más rápida y puntual el acceso a la misma, la metodología empleada permite al sector racionalizar la información contenida en la guía de manera sencilla y realizar los cálculos de diseño requeridos, así mismo, mejora el entendimiento de los componentes y aspectos a tener en cuenta, antes y durante el procedimiento de diseño

aumentando la eficacia y solides de los resultados obtenidos. las empresas hoy en día optan por el uso de energías más amigables con el medio ambiente, incorporando en sus procesos una diversa gama de equipos los cuales emplean como combustibles el gas natural, lo que ha significado una creciente demanda de construcción de redes destinadas a este fin, haciendo este tipo de proyectos un eslabón fundamental en el incremento de la productividad y competitividad de la industria nacional.

(Suarez Novoa, 2017), En su investigación titulada “Determinación de la instrumentación requerida para el sistema de medición de las variables presión y caudal de gas natural en cada una de las “casa máquinas”, Tuvo como objetivo determinar la instrumentación requerida para el sistema de medición de las variables presión y caudal de gas natural en cada una de las “casa máquinas” de la planta Monterrey-Casanare. En conclusión, el proceso de identificación del actual sistema de gas natural, se analizó ya que 14 puntos no cuentan con la totalidad de la instrumentación de caudal y presión, lo cual genera un desconocimiento de estas variables en las salas máquinas de Monterrey I, II y V. Se utilizó una matriz por intermedio de la cual se demuestra que los autores proponen el uso de unos instrumentos de medición para la selección del caudal de dispersión térmica en la sala de máquinas Monterrey I; y para la maquina Monterrey II un trasmisor de presión inferencial y para el caudal el uso de un manómetro de presión de fluido, por ultimo un trasmisor inferencial para la sala de máquinas Monterrey V. se determina el uso de instrumentos para

el caudal, y realizar la optimización del bombeo del combustible, se obtendría una disminución de gas natural en las máquinas de Monterrey II y V, la cual se hace comparación con la presión recomendada para cada motores de las diferentes máquinas , la descripción de la red de gas natural para el montaje actual de la instrumentación para verificar su funcionamiento con los respectivos accesorios que componen las tuberías. A partir de los lugares de ubicación de la instrumentación, se podrá determinar las mediciones del caudal y del gas natural para cada una de las máquinas que se tiene la sala de equipos, este estudio está enfocado la instrumentación adecuada para las mediciones, donde se tiene en cuenta el costo de los equipos y de mantenimiento que se va a implementar

(Cabrera Beltran & Martinez Hernandez, 2017), Su investigación “Diseño de la ampliación de la red de distribución de gas natural en el centro poblado san Antonio de Anapoima”, tuvo como objetivo Diseñar la ampliación de la red de distribución de gas natural en el centro poblado San Antonio de Anapoima Cundinamarca, el cual no cuenta con una cobertura total de la red actual de distribución de gas natural, dicha red abastece el 70% de viviendas del casco urbano del Municipio; dado que los habitantes del centro poblado San Antonio de Anapoima presentan la necesidad de adquirir el servicio se decidió realizar el diseño de la ampliación de la red actual desde el casco urbano de Anapoima hasta la cobertura de San Antonio. En conclusión, La red de gas queda conformada por 5000 m de tubería de 2” en la línea principal; para la troncal con tubería es de 1”, para

los anillos tubería de ¾” y para las acometidas individuales tubería ½” de tipo polietileno (PE 80) lo anterior evidencia que se cumplen con las especificaciones de la norma NTC 1726; Teniendo en cuenta que el consumo del gas natural para San Antonio es únicamente para la cocción de alimentos, se determina que la red va a operar con un caudal de 530 *m*³ *dia* que irá a 60 Psi y 20°C y con esto se garantiza suministro de gas natural al centro poblado. Desde el punto de vista financiero, el costo de la red de distribución de gas natural diseñada, en pesos de hoy COP 131, 508, 847.00, siendo rentable y de rápido retorno a la inversión social.

(Espindola Prada, 2016), Su investigación “Estudio técnico de la implementación de la red primaria de gas de campanero, Santa Cruz, Bolivia”, tuvo como objetivo Diseñar e implementar las obras mecánicas y civiles en la construcción del gasoducto, así como sus parámetros de ejecución, equipos, materiales y personal mínimo requerido. Igualmente, la instalación de una interconexión de tuberías por medio del método Hot Tap, definiendo los beneficios económicos y ambientales, sus antecedentes tecnológicos y procedimiento del montaje. También muestra los pasos que se efectuaron para la instalación del Hot Tap en la red primaria de Campanero. En conclusión, La construcción de la línea primaria de gas de Campanero finalizó correctamente cumpliendo a cabalidad todos los términos requeridos por el cliente, quien en este caso fue la empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. Igualmente, la obra obtuvo los certificados de conformidad por parte de la ciudad de Cotoca, siendo esta

la que alberga el municipio de Campanero. El proyecto generaría la inversión inicial (aprox. 190.000 USD) en 9 años para un escenario pesimista, 7 años para un caso probable y 6 en un escenario óptimo, El comportamiento de la tubería no va sufrir inconvenientes en 10 años y no tendría la necesidad de un mecanismo de aumento de presión (compresor) debido a que al ser un trayecto muy corto y con una baja demanda de gas natural, las perdidas por fricción son insignificantes, por lo tanto su vida útil sería larga siendo solo necesario inspecciones preventivas. La línea de 2520 metros se probó con una presión de 900 psi (1.5 veces la presión de operación) tanto para las pruebas de resistencia (2 horas) y de hermeticidad (24 horas), favorablemente no se presentaron fugas considerables, concluyendo con el paso a los limpiadores internos de la tubería, la obra fue terminada en el tiempo estipulado por el cliente (90 días) desde el 24 de noviembre al 18 de febrero, destacando la buena proyección que se realizó en la propuesta previa al inicio de la construcción.

(Torres Vizcaino & Rivera Acosta, 2015), Su investigación “Análisis e implementación para la conversión de quemadores a un sistema dual de combustible líquido y gas natural en el horno de peletizado”, tuvo como objetivo implementar la infraestructura necesaria para la operación en forma dual de los quemadores en las cámaras de combustión del horno de peletizado, buscando optimizar el consumo de combustible y las emisiones de gases a la atmosfera mediante la sustitución del tipo de combustible, obtener el más conveniente y mejor elección de punto de unión al

gasoducto Manzanillo – Guadalajara para proveer gas natural a la planta Peletizadora de Alzada, combustible que será utilizado junto con el actual. En conclusión, Todas las actividades operativas son de suma importancia, pero en la etapa del horno es de suma prioridad ya que forma parte del proceso final del proceso de peletizado, alcanzando todas las especificaciones de calidad requeridas por cliente. Todo el accesorio que se encuentran dentro del horno debe de tener una sinergia con el resto de componentes, lo que crea un sistema de operación capaz de tener las especificaciones necesarias que requieren la calidad. Sin embargo, si estos equipos llegan a fallar o baja la eficiencia de operación, esto perjudica la especificación de calidad del producto, lo que genera consecuencias negativas En la actualidad las fuentes de energía más relevante y principal, y que se está usando en la industria, así como en el uso doméstico o comercial. Al considerar la comparación con otros combustibles como el petróleo o el carbón, el gas es un combustible menos dañino para el medio ambiente ya que su emisión de CO₂ es menor, beneficiándose el medio ambiente, en comparación con los combustibles mencionados anteriormente, debemos mencionar que el gas es u combustible más accesible económicamente hablando, es decir en comparación con el petróleo. La adquisición del mencionado combustible es beneficioso para la empresa o planta de peletizado se vuelve importante, donde el objetivo es mejorar la combustión y minimizar las emisiones de contaminantes al medio ambiente, obteniendo reducción en los gastos en los mantenimientos y mejorando la productividad al año.

2.1.1.2 Antecedentes nacionales

(Medina Paz, 2021), su investigación “La masificación del gas natural en el Perú: evaluación y propuestas para impulsarla”, La presente investigación asume como un supuesto que la masificación del gas natural es un propósito conveniente para la sociedad peruana en su conjunto, debido a que contribuye al desarrollo sostenible de nuestro país, en ese sentido, al asumirse como un supuesto, no forma parte de los objetivos del presente trabajo efectuar demostración alguna acerca de los beneficios que representa la masificación del uso del gas natural para el Perú, aunque, si consideramos necesario y conveniente hacer un repaso del razonamiento que lleva a dar por sentado dicho supuesto. Por otro lado, la contribución que la conexión de cada consumidor al servicio de gas natural cumple para alcanzar el objetivo de acceso universal a la energía es condición necesaria pero no suficiente para entender el por qué la masificación del [uso del] gas natural se ha dispuesto como un lineamiento de nuestra política energética nacional para las siguientes décadas , para ello hace falta además, profundizar en las ventajas del gas natural frente a otras fuentes de energía alternativas disponibles por la población, tales como la biomasa (leña o bosta), el carbón o el GLP. En conclusión, El uso de gas natural se ha incrementado en el segmento residencial e industrial. En los últimos años se presentan avances significativos en la velocidad con la que se vienen incorporando nuevos clientes del segmento residencial al servicio de distribución de gas natural por red de ductos, especialmente en la concesión de Lima y Callao. Sin embargo, la percepción por parte de los

interesados en general es que la masificación está llevando más tiempo del que se hubiese esperado. Si el diseño de la concesión propone como objetivo primordial la masificación del uso del gas natural en el segmento residencial, la idoneidad del operador debiera considerar, además de los aspectos técnicos concernientes a la seguridad para construir y operar las redes de distribución, contar con experiencia previa conectando nuevos clientes residenciales en mercados que recién se encuentren en desarrollo. No es lo mismo tener experiencia operando sistemas de distribución ya consolidados, por muy grandes que estos sean, que afrontar el desarrollo de una concesión que requiere de conectar nuevos clientes, ya que se requiere de habilidades que permitan conocer la competencia frente a otros combustibles sustitutos y desarrollar estrategias que logren vencer obstáculos culturales que se constituyen en barreras para la conexión de los clientes, a fin de persuadirlos de optar por el gas natural.

(Castro Villacorta, 2019), su investigación “Cambio de Matriz Energética en Caldero para Minimizar Costos de Producción de Vapor Área de Mantenimiento del INCN- Lima 2019”, tuvo como objetivo principal demostrar los beneficios del uso del gas natural en comparación con el combustible diésel, el cual no solo acarrea beneficios económicos sino también medioambientales. Se tiene como muestra a investigar el caldero INSTESA de 100 BHP, el cual es el principal de una población de dos calderos, el que realiza la producción de vapor, para abastecer a las áreas de nutrición y lavandería. En conclusión, la implementación tiene una

mejora ambiental importante, debido a que se reduce en un 76.21 % el costo y el consumo en un 3 %, así también la emisión de CO₂ se reduce en un 27.57 % beneficiando la zona de influencia del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas. Esta implementación de abastecimiento directo del sistema de red de tuberías del proveedor Cálida disminuirá las probabilidades de desabastecimiento en situaciones de emergencia, pérdida de combustible y demora de abastecimiento por la empresa proveedora del combustible.

(Carhuaricra Orellano, 2017), En su investigación " Propuesta de una red de Gas Natural para reducir los costos de instalación en empresas con categoría B, 2017", tuvo como objetivo proponer un diseño alternativo para reducir los costos de instalación de gas natural en las empresas con categoría B., Analizar los costos de instalación de gas natural en empresas con categoría B, Teorizar las categorías de red de gas, costos de instalación y sus subcategorías apriorísticas y emergentes. En conclusión, el consumo de energía de combustión utilizada define la categoría de consumo a la cual pertenece y bajo este enfoque se desarrolla y ejecuta el diseño de red interna de suministro para así conseguir viabilizar el proyecto a nivel normativo, Es importante teorizar la categoría para de acuerdo a ella se determinará el consumo del futuro usuario, basándonos en consumos máximos para la definición del diseño. Una vez definida la posibilidad de optar por un diseño alternativo de acuerdo a su categoría, se puede determinar las presiones máximas de diseño, como también el diámetro

máximo a utilizar de la red de tubería, contando con la posibilidad de poder diseñar una red en cobre, en acero o polietileno.

(Chávez Ordoñez, 2017), Su investigación “Diseño De Las Instalaciones y Redes Internas de Gas Natural en una Planta Industrial de Cochinilla en la Ciudad de Arequipa”, tuvo como objetivo diseñar las instalaciones y redes internas de suministro de gas natural en una planta industrial de cochinilla en la ciudad de Arequipa ya que con la masificación del gas natural en el sur de Perú y la empresa Fenosa que distribuirá por medio de tuberías este combustible, en la ciudad de Arequipa se sabe que una de estas tuberías pasará por la calle Miguel Forga situada frente a SENATI de la cual se tomará la alimentación de gas por varias industrias, incluida la de este trabajo, el cual se justifica debido a que es necesario diseñar un sistema de redes internas único que suministre dicho gas hacia los equipos que lo necesiten, pues al poder contar con este combustible la empresa podrá reducir sus costos de operación en un 20% y potenciar su negocio, además tomando referencia de proyectos similares se sabe que el tiempo de retorno a la inversión es aceptable. En conclusión, Los cálculos realizados para obtener el dimensionamiento de las redes internas de gas resultaron satisfactorios, ya que se efectuaron cumpliendo con las normativas vigentes, Se seleccionaron apropiadamente los equipos, materiales y accesorios de la instalación, evaluando la función que desempeñan y la ubicación de estos, ya que conllevan a una alta confiabilidad en la operación del sistema. De acuerdo a la potencia en los

equipos se pudo realizar un adecuado suministro de gas, teniendo en cuenta su máximo consumo y sin tener interferencias en la alimentación de este combustible en ninguna de las áreas de trabajo, garantizando un servicio continuo y seguro en las redes internas, ya que no se requiere un almacenamiento de gas en la planta y no habrá un ingreso del camión que provee combustible, lo cual evitará fuentes de peligro que este genera.

(Garvan Gamarra, 2017), su Investigación “Análisis de la conformación de los costos del gas licuado de petróleo que se consume en Lima y Callao y su incidencia en la reducción de su precio”, tuvo como objetivo analizar la conformación de los costos del GLP en cuanto a su consumo en Lima y Callao, ya que en el escenario energético del Perú todo cambió con la puesta en marcha del proyecto de CAMISEA en el 2004, que permitió reducir drásticamente la dependencia del petróleo importado, reemplazándolo en parte con Gas Natural (GN) y con el Gas Licuado de Petróleo (GLP), que es un derivado de los líquidos asociados al gas de CAMISEA. En conclusión, para poder reducir su precio se debe promover el tendido de poliductos para transportar el GLP desde PLUSPETROL en Pisco hacia Lima y Callao, desarrollar una política de promoción a la exploración de gas y de petróleo, promover políticas de distribución de GLP en un mercado equitativo en beneficio de las mayorías. Finalmente, la valorización del precio del cilindro de GLP de 10 kg, a través de tres escenarios: sin subsidio, con subsidio y con la paridad internacional estaría a un precio muy por debajo de la actual realidad.

2.1.2 Bases teóricas

2.1.2.1 Gas natural

El gas natural es un combustible fósil que se compone de una mezcla de hidrocarburos gaseosos ligeros, donde su componente principal es el metano (CH₄), que se extrae de yacimientos independientes (gas libre) y de yacimientos petrolíferos o de carbón (gas asociado a otros hidrocarburos y gases).

Tipos de gas natural: licuado (GNL), comprimido (GNC) o vehicular (GNV)

El gas natural puro (GN) puede alterarse según los objetivos de venta, transporte o funcionamiento, por ello, las compañías cambian el estado físico del gas propano y añaden una nueva clasificación a esta energía:

- GN (Gas Natural)
- GNL (Gas Natural Licuado)
- GNC = GNV (Gas Natural Comprimido o Vehicular)

Tabla 1: *Tabla diferencia entre GN, GNL y GNC o GNV.*

	GN	GNL	GNC=GNV
Estado	Gas	Líquido	Gas
Temperatura	Ambiente (20°C)	-135°C a - 160°C	Ambiente (20°C)
Presión	Atmosférica (1 atm)	Atmosférica (1 atm)	200 - 250 atm*

*Unidades de presión equivalentes 1 atm = 1,01325 bar. La presión atmosférica ha sido fijada como 1 atm. La temperatura ambiente ha sido establecida como 20°C.

Fuente: <https://propanogas.com/faq/propano-vs-gas-natural>

Propiedades y características del gas natural

- Incoloro, inodoro e insípido, por seguridad se le añade mercaptano que permite su detección ante una posible fuga, tiene un olor a huevo podrido.
- Densidad relativa 0.61, menos denso que el aire.
- Su poder calorífico oscila entre 9,000 y 10,000 Kcal/m³, para efectos de cálculo según la NTP 111.010, Gas natural seco.2014 considera un poder calorífico de 9,500 Kcal/m³.
- Una combustión completa da lugar a una llama de color azul bien definida, cuando los quemadores y el suministro están regulados correctamente. Las llamas de color amarillas, naranjas o rojizas son una señal de una combustión incompleta del gas natural.

La composición del gas natural varía según el yacimiento:

Tabla 2: *Tabla de composición del Gas Natural.*

Componente	Nomenclatura	Composición(%)	Estado Natural	
Metano	(CH ₄)	95,08	gas	
Etano	(C ₂ H ₆)	2,14	gas	
Propano	(C ₃ H ₈)	0,29	gas licuable	} GLP
Butano	(C ₄ H ₁₀)	0,11	gas licuable	
Pentano	(C ₅ H ₁₂)	0,04	líquido	
Hexano	(C ₆ H ₁₄)	0,01	líquido	
Nitrógeno	(N ₂)	1,94	gas	
Gas carbónico	(CO ₂)	0,39	gas	

Impurezas como son, helio, oxígeno, vapor de agua.
 Las propiedades del gas natural según la composición del cuadro anterior son:
 Densidad relativa: 0,65 Poder calorífico: 9,032 kcal/m³
 Cp (presión Cte): 8,57 cal/mol.°C Cv (volumen Cte): 6,56 cal/mol.°C.

Fuente: <http://sallyymolly.blogspot.com/2011/02/componentes-del-gas-natural.html>

Los depósitos de gas se encuentran en el subsuelo en estructuras geológicas denominadas trampas. Dentro de éstas, los hidrocarburos o el gas, están contenidos en una roca porosa llamada roca yacimiento.

La trampa de hidrocarburos es una condición geológica de las rocas del subsuelo que permite la acumulación del petróleo o del gas natural. Las trampas pueden ser de origen estructural (pliegues y fallas), estratigráfico (lentes, acuñaamiento de rocas porosas contra rocas no porosas denominadas rocas sellos) y mixto (una combinación de pliegues y/o fallas con cambios de porosidad de las rocas).

- **Yacimientos asociados:** Es cuando en el yacimiento aparecen acompañados de petróleo, gas natural, agua, etc.

Figura 2.1: *Yacimientos asociados – Gas Natural.*



Fuente: [https://es.slideshare.net/santanderddiazbellido/gas-natural-](https://es.slideshare.net/santanderddiazbellido/gas-natural-14903117)

14903117

- **Yacimientos no asociados:** Es cuando está acompañado únicamente por pequeñas cantidades de otros hidrocarburos o gases.

Figura 2.2: *Yacimientos no asociados – Gas Natural.*



Fuente: <https://es.slideshare.net/santanderddiazbellido/gas-natural-14903117>

2.1.2.2 Procesamiento del gas natural

El gas natural una vez extraído de los reservorios se somete a un proceso de separación.

Proceso de separación

Mediante este proceso fisicoquímicos se obtiene:

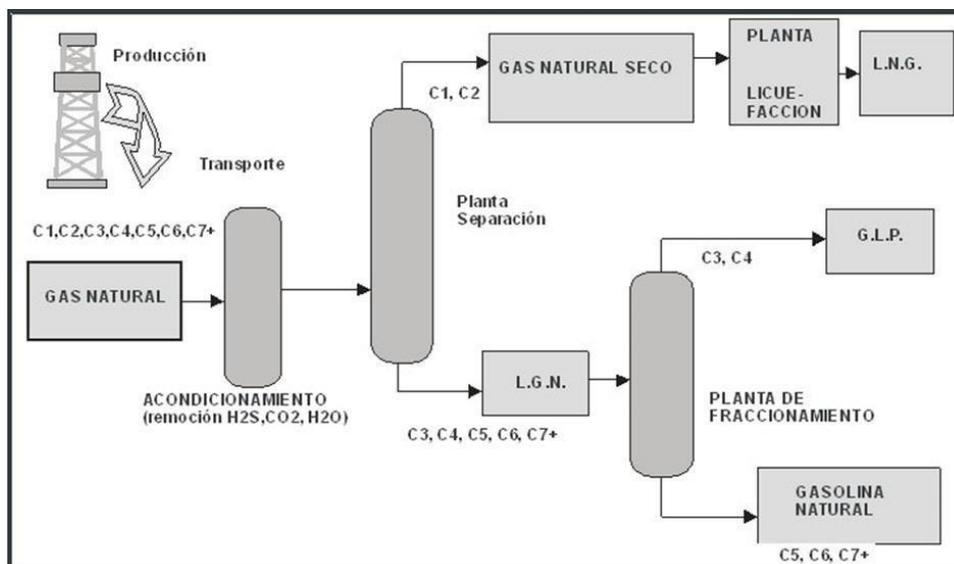
- Gas natural seco (metano y etano) que se transporta por gasoductos a los centros de consumo.
- Líquidos de gas natural (propano, butano, pentano y más pesados) que se transporta por poliductos hasta una planta de fraccionamiento.
- Otros componentes: Agua, azufre y otras impurezas que no tiene

valor comercial.

Proceso de fraccionamiento

Son procesos fisicoquímicos que permiten separar los diversos componentes de los Líquidos del Gas Natural como son el etano, propano, butano, gasolina natural y el Medium Distillate for Blending Stock (MDBS) para su posterior envío como combustible a consumidores finales o su envío como materia prima para plantas de mezcla de gasolinas o plantas petroquímicas.

Figura 2.3: *Procesamiento del Gas Natural.*



Fuente: Ingeniería de procesos en la industria de gas natural y condensados – UNI.

2.1.2.3 Gas natural en el mundo

En todos los continentes del planeta hay yacimiento de gas natural. Los yacimientos más importantes descubiertos se encuentran en los siguientes países: Estados Unidos y Canadá en América del Norte;

Argentina, Venezuela y Trinidad y Tobago en América del Sur; Alemania, Dinamarca, Finlandia, Noruega, Italia, Holanda o Gran Bretaña en Europa; la Federación Rusa, Uzbekistán, Kazakstán y Turkmenistán; Argelia, Libia, Nigeria o Egipto en África; Arabia Saudí, Kuwait, Irak, Qatar, Emiratos Árabes o Irán en Oriente Medio; y Australia, India o China en Asia-Oceanía. Europa representa el 3,5% del total de reservas mundiales. Los tres grandes países productores son Gran Bretaña, Noruega y Holanda este último con las reservas probadas más importantes de todo el continente, gran parte de estas han sido descubiertas en el Mar del Norte. Las primeras explotaciones fueron las de los yacimientos encontrados en Austria, Italia y Francia.

Si bien en el estado español la producción de gas natural no es importante, se han encontrado bolsas en diversos puntos de la Península como es el caso de las provincias de Álava y Sevilla, la costa vasca o el golfo de Cádiz. Así, prácticamente la gran parte del gas natural que se utiliza en nuestro país proviene del extranjero, exactamente de Libia, Argelia y Abu Dhabi, entre otras.

Tabla 3: *Reservas Probadas de Gas Natural América Latina.*

América Latina						
RESERVAS PROBADAS DE GAS NATURAL 2012						
Billones de Metros Cúbicos						
	País	2008	2009	2010	2011	2012
1	Venezuela	4,983	5,065	5,525	5,528	5,563
2	Brasil	380	365	358	417	434
3	México	359	359	339	349	360
4	Perú	415	415	345	353	359
5	Argentina	428	399	379	359	333
6	Bolivia	750	750	695	281	281
7	Colombia	114	124	134	153	155
8	Chile	46	46	45	43	41
9	Ecuador	8	8	8	6	6

Fuente: OPEP
Elaboración: Desarrollo Peruano

Fuente: Gas Natural Madrid Innova – Gas Natural en el mundo.

Tabla 4: Reservas de Gas Natural en el Mundo.

Reservas de gas natural en el mundo (10 principales países)	
País	Reservas
RUSIA	41,0 x 10 ¹² metros cúbicos
IRAN	13,8 x 10 ¹² metros cúbicos
ESTADOS UNIDOS	5,3 x 10 ¹² metros cúbicos
ABU DHABI	5,2 x 10 ¹² metros cúbicos
KATAR	4,4 x 10 ¹² metros cúbicos
ARABIA SAUDITA	4,0 x 10 ¹² metros cúbicos
NORUEGA	3,0 x 10 ¹² metros cúbicos
ARGELIA	3,0 x 10 ¹² metros cúbicos
VENEZUELA	2,8 x 10 ¹² metros cúbicos
CANADA	2,8 x 10 ¹² metros cúbicos

Fuente: Gas Natural Madrid Innova – Gas Natural en el mundo.

2.1.2.4 Gas natural en el Peru

Proyecto Camisea

En cuanto a la magnitud de los recursos de Camisea, es preciso señalar que dicha información se actualiza constantemente. Por la naturaleza de los yacimientos, es imposible determinar con exactitud la cantidad de recursos. En las siguientes subsecciones se detalla la conformación de los recursos de Camisea en cuanto a lotes, yacimientos y reservas de GN y LGN.

Lotes involucrados en la zona de Camisea

La zona de Camisea incluye cuatro lotes, tres en explotación y uno en exploración. En explotación tenemos el Lote 88, operado bajo licencia por Pluspetrol, ubicado en el departamento de Cusco, el cual incluye los yacimientos San Martín y Cashiari; el Lote 56, también operado bajo licencia por Pluspetrol, ubicado en el departamento de Cusco, el cual incluye los yacimientos de Pagoreni y Mipaya; y el Lote 57, operado por Repsol y CPNC, ubicado entre los departamentos de Cusco, Ucayali y

Junín, el cual incluye los pozos Kinteroni, Mapi y Mashira. El Lote 58 está en exploración y se encuentra en el departamento de Cusco, operado por la empresa CNPC.

Lotes 88 y 56

El Lote 88, operado por Pluspetrol, agrupa dos estructuras de gas y condensados (San Martín y Cashiriari) localizadas en las inmediaciones del río Camisea, a unos 20 km de la margen derecha del río Urubamba. El yacimiento San Martín se compone de dos locaciones: San Martín 1 y San Martín 3; Cashiriari dispone también de dos locaciones: Cashiriari 1 y Cashiriari 3.

En cuanto al Lote 56, operado por Pluspetrol, se ubica en la zona sudeste del territorio peruano, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, en el valle del Bajo Urubamba (distrito de Echarati, provincia de La Convención, Cusco). El Lote 56 abarca los yacimientos Pagoreni y Mipaya, y es adyacente a los Lotes 88 y 57. Está destinado a la exportación de GNL, para lo cual el gas producido de la estructura Pagoreni se lleva a la planta de licuefacción de Pampa Melchorita. Los LGN se recuperan en la planta de fraccionamiento de Pisco. En 2012, las reservas probadas de GN eran de 3 TCF y de LGN (216 MMBIs). Existe un proyecto de ampliación del programa de perforación en el Lote 56, cuyo plazo de ejecución fue programado para el período 2010-2015. Su objetivo es incrementar las reservas probadas de GN y LGN. Para ello, según el programa presentado por Pluspetrol, se perforarán cuatro pozos en cada una de las locaciones siguientes: Mipaya, Pagoreni Oeste, Saniri y Pagoreni Norte (tres pozos de

desarrollo y un pozo inyector de cortes de perforación). La inversión estimada es US\$ 300 millones.

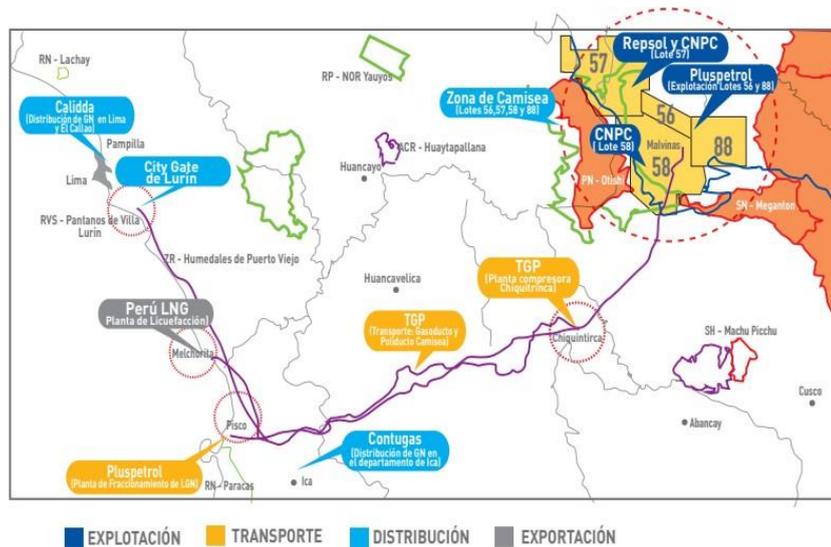
Lotes 57 y 58

El Lote 57, operado a la fecha por el consorcio Repsol (53.84%) y CNPC (46.16%), se ubica en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, entre los valles de los ríos Tambo y Urubamba, provincias de Satipo (Junín), Atalaya (Ucayali) y La Convención (Cusco). Desde fines de 2006, Repsol realiza actividades exploratorias en el Lote 57. De acuerdo con el estudio de impacto ambiental, el proyecto se inicia con la perforación de los siguientes tres pozos: Kinteroni, Mapi y Mashira (en ese orden). La exploración comenzó en diciembre de 2006 con trabajos de sísmica, seguidos de la perforación del pozo exploratorio Kinteroni 1X, del cual se obtuvieron resultados favorables. Posteriormente, se ampliaron los trabajos de sísmica y se realizó la perforación de dos nuevos pozos exploratorios: Kinteroni 2X y Kinteroni 3X, los cuales fueron perforados sobre el mismo riel al pozo existente Kinteroni 1X. Junto con la perforación de estos dos nuevos pozos, se completó el pozo Kinteroni 1X. Al 31 de diciembre de 2013, y de acuerdo con Repsol, las reservas probadas de GN en el Lote 57 se estimaban en 0.96 TCF, mientras que las reservas probadas de LGN eran de 54.5 MMBls. El GN será procesado en la planta de separación Malvinas y los LGN serán procesados en la planta de fraccionamiento de Pisco. El 27 de marzo de 2014, Repsol inició las maniobras para poner en servicio el tramo Yacimiento Kinteroni–Nuevo Mundo–Pagoreni A–Malvinas. A partir de ese día, el yacimiento Kinteroni tuvo una producción

promedio de 120 MMPCD. Según lo informado por Repsol, la Planta Malvinas de Pluspetrol está procesando el gas que proviene del Lote 57, con una producción promedio de 116 MMPCD de gas seco y 8.2 MBPD de LGN.

El inicio de la explotación de GN y LGN en el campo Kinteroni es un proyecto que demandó una inversión aproximada de US\$ 808 millones (hasta diciembre de 2013). Para el quinquenio 2014 – 2018, Repsol tiene previsto invertir aproximadamente US\$ 592 millones. Asimismo, se prevé que la producción en 2018 alcance un pico de 210 MMPCD de GN y 12 MBPD de LGN. El Lote 58, operado a la fecha únicamente por CNPC, está localizado en el departamento de Cusco, adyacente a los lotes 88 y 56, en el área de Camisea. A la fecha se encuentra en exploración y se espera que el trabajo permita confirmar nuevas reservas de GN.

Figura 2.4: Diseño del Proyecto Camisea.



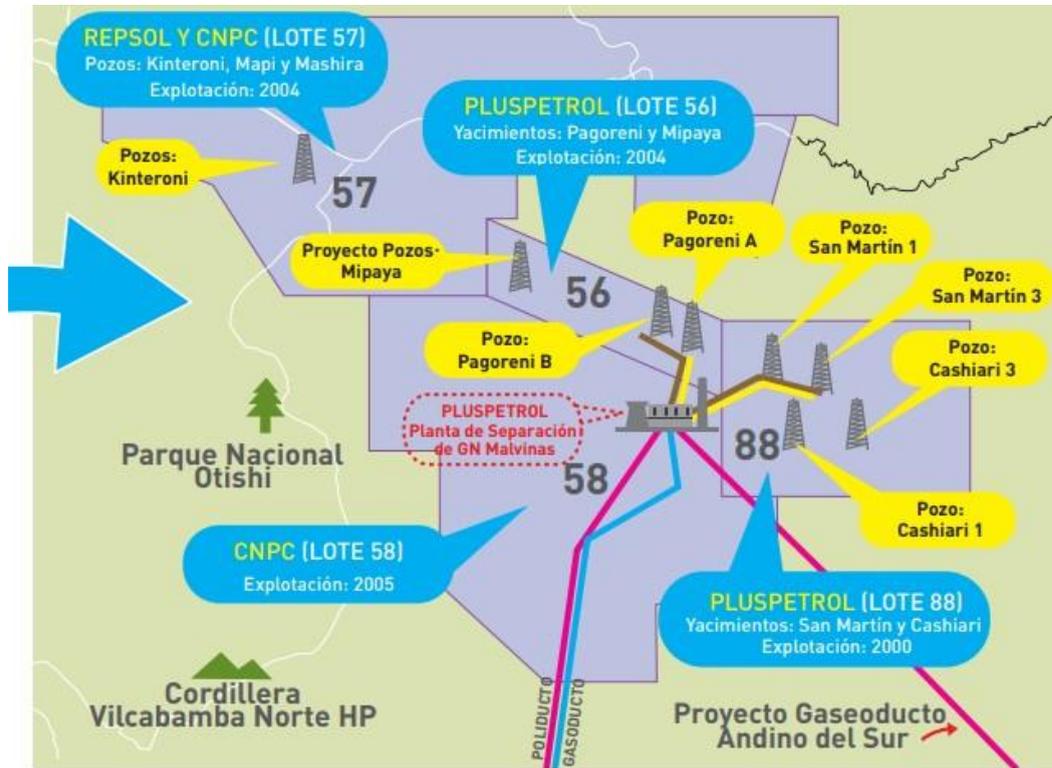
Fuente: La industria del Gas Natural en el Perú a diez años del proyecto Camisea – OSINERGMIN.

Explotación: En la exploración y explotación se puede mencionar al consorcio Pluspetrol, que a la fecha es el encargado de explotar los Lotes 56 y 88; Repsol y CNPC, encargadas de explotar el Lote 57; y CNPC encargada de explotar el Lote 58. Lugares donde se extraen los hidrocarburos y los procesan en su planta de separación en Malvinas. En ella, se elimina el agua e impurezas, y además separa el gas natural (seco) de los líquidos de gas natural. Como término de este proceso, el Productor inyecta los hidrocarburos en ductos.

Transporte: TGP transporta los hidrocarburos hacia la costa a través de un sistema de transporte conformado por dos ductos: uno de gas natural y otro de líquidos de gas natural. Su ruta inicia en la selva de Cusco, atraviesa las regiones de Ayacucho y Huancavelica para llegar a la costa. En Ica y Lima, TGP entrega el gas natural a sus clientes: generadores eléctricos, grandes industriales y distribuidores. De igual manera en Ica, TGP entrega los líquidos de gas natural al Productor en la planta de fraccionamiento Lobería, donde luego de ser procesados permitirán abastecer al mercado local de GLP y otros combustibles.

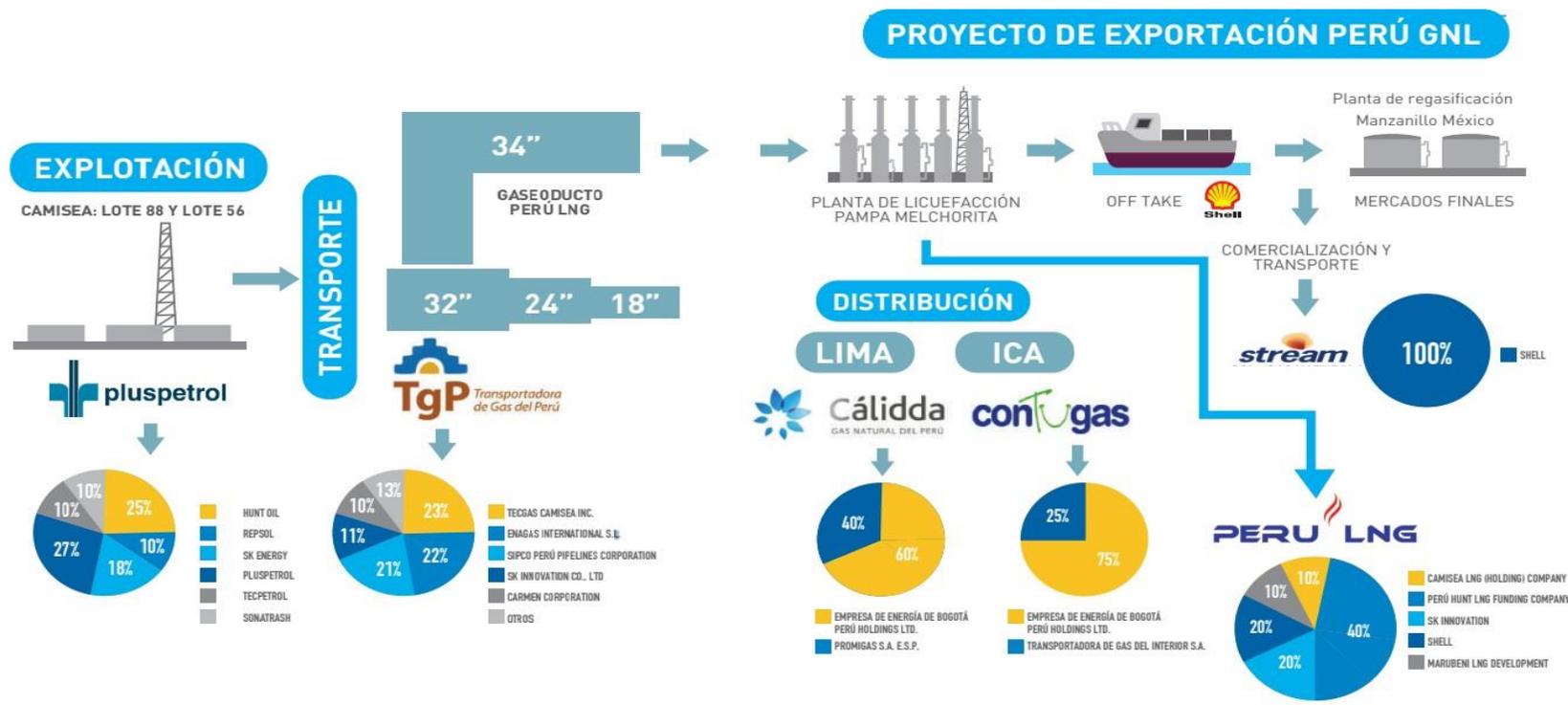
Distribución: Una vez que TGP les entrega el gas natural seco, los Distribuidores (Calidda y Contugas) suministran este hidrocarburo a residencias, pequeñas industrias y comercios, despachos de gas natural vehicular, entre otros, a través de redes de ductos.

Figura 2.5: Lotes, pozos y empresas de los recursos de Camisea a 2014.



Fuente: La industria del Gas Natural en el Peru a diez años del proyecto Camisea - OSINERGMIN

Figura 2.6: Composición accionaria de agentes involucrados en el Proyecto Camisea a 2014.



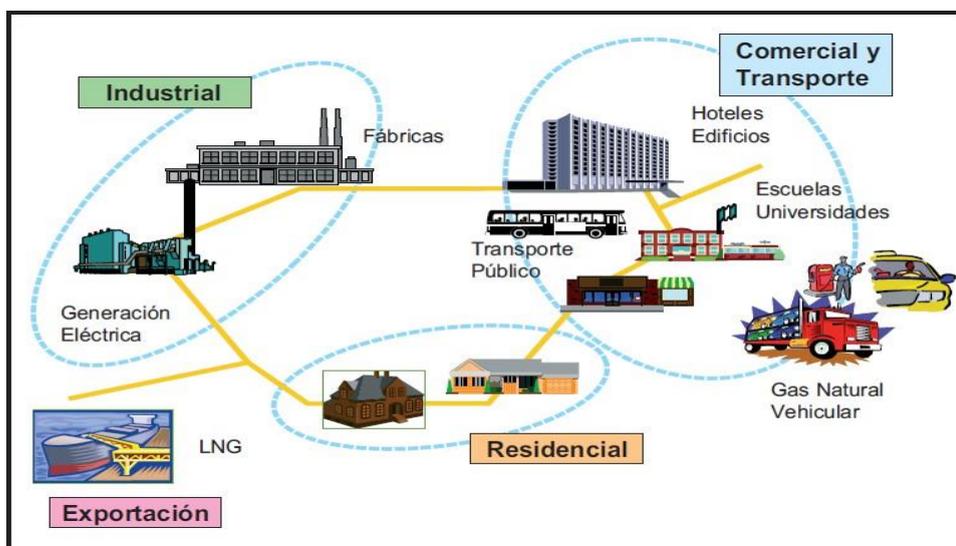
Fuente: La industria del Gas Natural en el Peru a diez años del proyecto Camisea – OSINERGMIN.

2.1.2.5 Gas natural en el sector industrial

El gas natural en el sector industrial en el Perú ha ido evolucionando rápidamente al ser una fuente importante de energía fósil muy rentable económicamente y ecológicamente amigable para las operaciones de las diversas empresas en remplazo de las energías tradicionales. La distribución por redes ha ido creciendo gracias al apoyo de las empresas privadas y estatales, haciéndose más fácil la conexión a las empresas de diferentes sectores, comercios, viviendas, etc. por donde transcurren sus ramales principales (Redes externas).

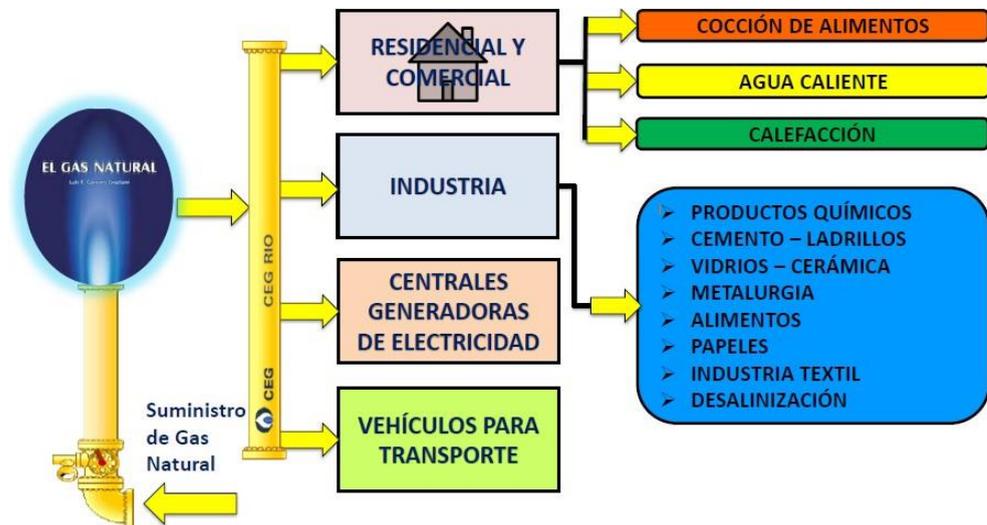
El gas natural sustituye con ventajas económicas, operativas y medioambientales a combustibles como el diésel, el residual, el gas licuado de petróleo (GLP), el carbón y la gasolina, e incluso a la electricidad, en casi todas las actividades industriales (OSINERGMIN Gas natural en la industria, 2008).

Figura 2.7: Principales mercados para el gas natural.



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/9022143/>

Figura 2.8: Aplicaciones energéticas del Gas Natural.



Fuente: file:///C:/Users/Usuario/Pictures/10sinergmin-

JoseNevadoYenque-Distribuci%C3%B3ndegasnatural.pdf

Ventajas del gas natural

La principal ventaja del gas natural es que se trata del combustible con mejor relación precio-poder calorífico si se compara con otras energías, pero, además, cuenta con una amplia oferta debido a la gran cantidad de comercializadoras de gas natural.

- **No requiere de espacio para almacenamiento** porque es un servicio canalizado desde la red de distribución.
- **Las revisiones periódicas son más baratas** que las del gas propano y butano GLP.
- **Suministro continuo** porque está conectado a la red.
- **Es una energía segura y cómoda.**
- **Tiene un alto poder calorífico.**
- Los edificios nuevos suelen construirse con la instalación de gas

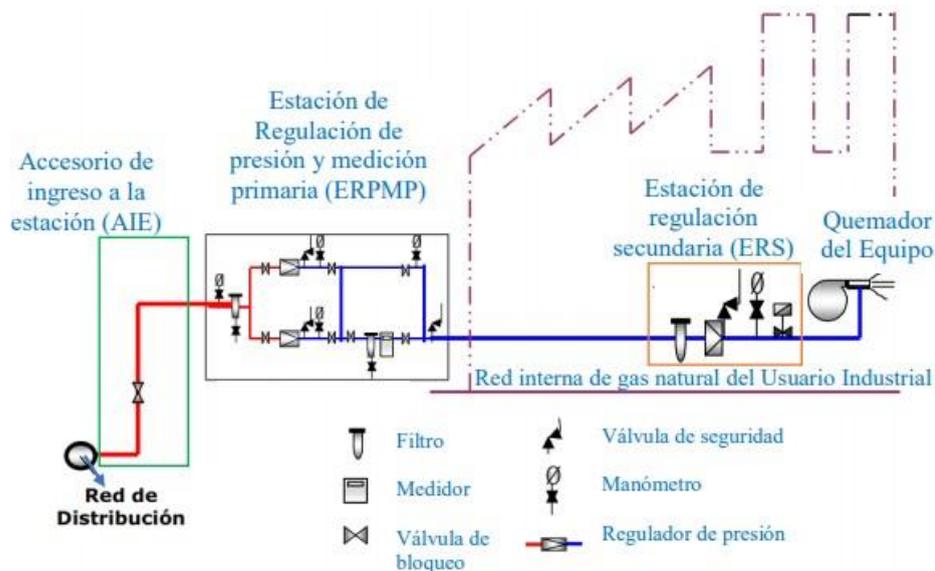
natural incluida.

- **Tiene diversos usos** permitiendo disponer de agua caliente, calefacción y cocina de gas.
- **Pago de la factura luego del consumo**
- **Es poco contaminante:** tiene una combustión muy limpia ya que está constituido en un 95% por metano, por lo que no emite partículas sólidas.
- **Se utiliza tal y como se extrae:** no requiere de ningún proceso de transformación como el propano o el butano.
- **Se puede utilizar como combustible para vehículos,** al igual que el GLP, pero es más barato que este último.

2.1.2.6 Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales de gas natural seco.

El sistema de tuberías para instalaciones internas industriales debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma técnica peruana NTP 111.010:2003 (revisión 2014) en referencia a la especificación de los materiales, el diseño y dimensionamiento, la construcción y las exigencias mínimas de seguridad para una operación confiable, entre otros. cabe mencionar que la “norma técnica peruana (NTP 111.010-2014) se aplica únicamente a las instalaciones industriales donde el gas natural seco deberá ser usado como combustible y tiene como alcance el sistema de tuberías con presiones hasta 400 KPa incluido (4 bar), que van desde la salida de la estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP) hasta los puntos de conexión de los equipos de consumo.

Figura 2.9: Instalación de una red interna industrial de Gas Natural.

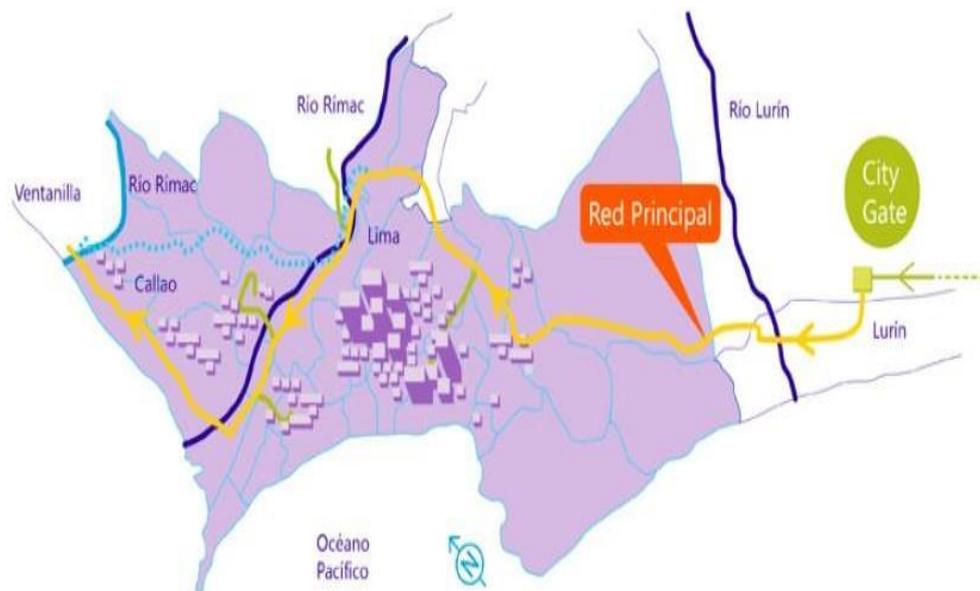


Fuente: Usos del gas natural – Ministerio de energía y minas.

2.1.2.7 Sistema de distribución en Lima y Callao de Cálida

El gasoducto troncal, denominado Red Principal, parte del City Gate ubicado en Lurín en el kilómetro 35 de la Panamericana Sur y culmina en la Central Térmica de Ventanilla, ubicada en el Callao. A lo largo de la Red Principal se encuentran instaladas las Estaciones de Regulación de Presión (ERP) que cuentan con sistemas de detección de humo, gas, fuego, vibración, temperatura y presión. El sistema de distribución del Gas Natural es monitoreado desde el Centro de Control.

Figura 2.10: Distribución de gas natural en Lima - Callao.



Fuente: <https://www.calidda.com.pe/gas-natural/como-se-distribuye-el-gas-natural>.

2.1.2.8 Accesorio de ingreso a la estación (AIE)

Es una red mecánica conformada por una tubería de acero enterrada a una profundidad de 1.30 m desde la red de distribución hacia el centro de medición Principal. Se procede a la unión de la tubería de red principal con el accesorio de ingreso al centro de medición (junta de oro), la misma que es provista por un accesorio de Acero.

Figura 2.11: *Válvula de servicio de red de distribución.*



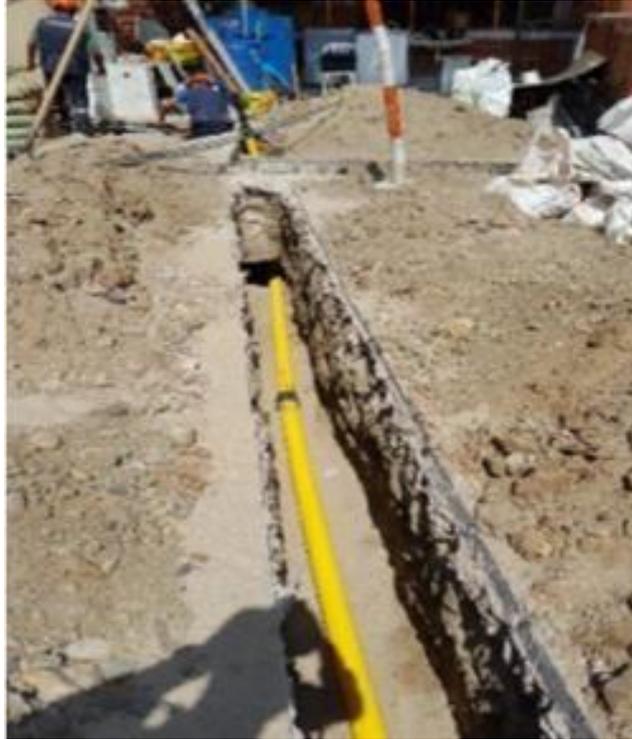
Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

Figura 2.12: *Excavación para el tendido de tuberías de acero.*



Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

Figura 2.13: *Tendido de tuberías de acero.*



Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

2.1.2.9 Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP)

Es el Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del punto de entrega y medir los volúmenes de gas consumidos. Asimismo, asegura que la presión no sobrepase de un límite prefijado ante fallas eventuales. Es utilizada para la regulación y medición centralizada del consumo de gas del usuario deberá ser instalada de acuerdo a normas técnicas reconocidas internacionalmente tales como CEN EN 12279, CEN EN 12186, CEN EN 1776 y AGA reportes 2, 7 y 9, o equivalentes. El diseño, los materiales, la instalación y las pruebas de dichas estaciones deberán ser aprobados por

la entidad competente.

Esta deberá ser instalada en el predio del usuario, tan cerca como sea posible de la válvula de servicio (punto de entrega). El propósito es minimizar el recorrido de la tubería que lleva la presión de la red de distribución en el tramo entre la válvula de servicio y la ERPMP. El distribuidor deberá siempre tener acceso a la ERPMP para intervenir adecuadamente en caso de emergencia.

Las instalaciones eléctricas dentro de este recinto comprenden el circuito de iluminación, circuito de parada de emergencia, un interruptor y un tomacorriente; circuito de puesta a tierra. Todas las instalaciones eléctricas y accesorios serán a prueba de explosión, selladas para tal fin.

Figura 2.14: *Estación de Filtración y medición.*



Fuente: Seguridad en la comercialización de GNV y GNC – Osinergmin.

2.1.2.10 Red interna

Es la tubería cuyo recorrido es desde la salida de la estación o centro de medición hasta los puntos de consumo o equipos que funcionan a gas. Este recorrido de la red interna puede ser enterrado, a la vista o por conducto. La selección del material de la tubería a emplear se establece de acuerdo a las condiciones las cuales trabajara. Es importante señalar que dentro de esta red interna pueden instalarse sistemas de regulación de 2da, 3ra etapa etc. dependiendo de la presión de operación de los equipos, así como también sistemas de medición secundarios dependiendo el cliente y el control que este desee tener.

Figura 2.15: *Preparación de material, tratamiento y pintura.*



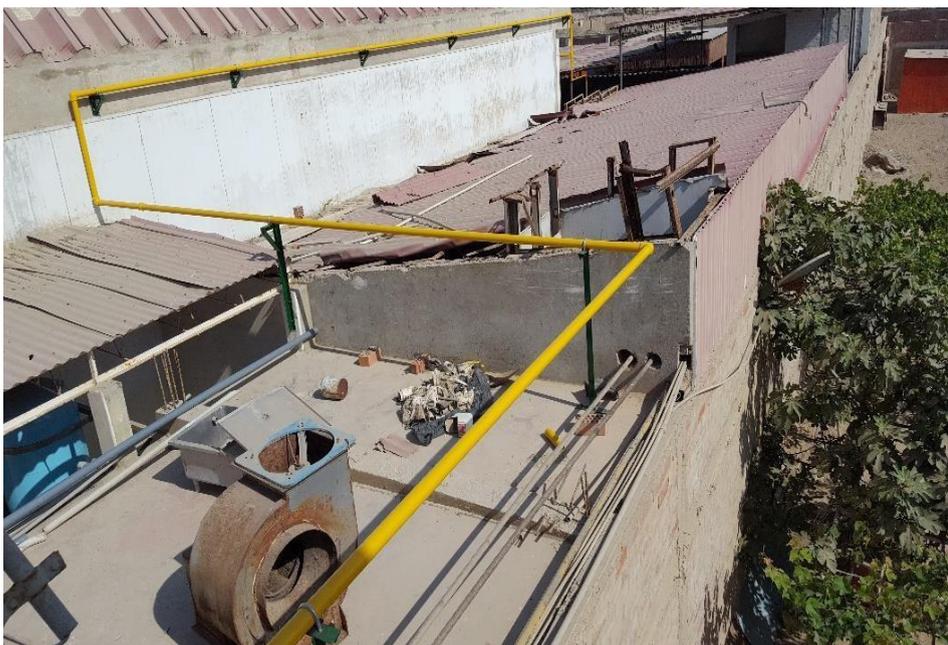
Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

Figura 2.16: Montaje de tubería adosadas en paredes.



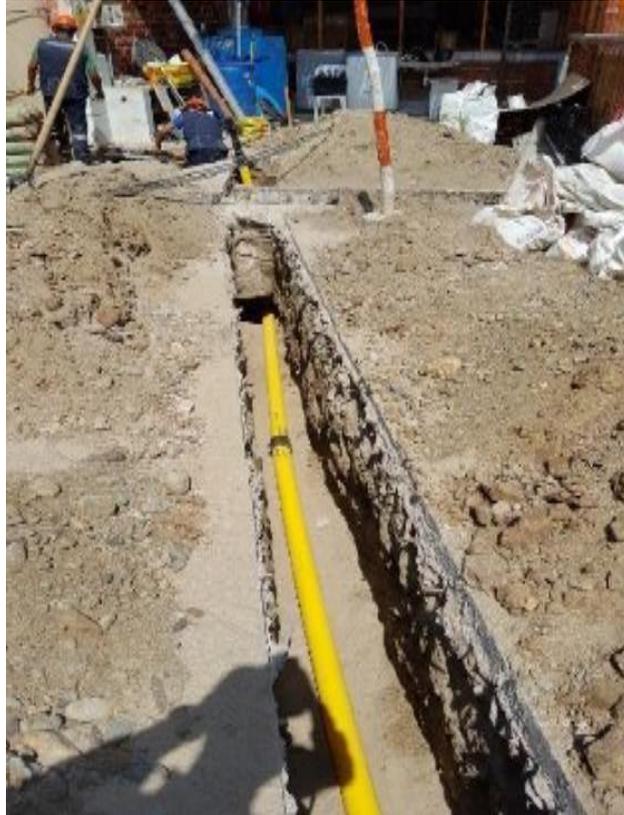
Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

Figura 2.17: Montaje de tubería por techos.



Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

Figura 2.18: *Montaje de tubería enterradas.*



Fuente: Implementación de redes internas – Osinergmin.

2.1.2.11 Instalación de estaciones de reguladores secundarios a los equipos

Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas debajo de la estación de regulación de presión y medición primaria. Su utilización se requiere cuando la presión de trabajo del equipo de consumo difiere de la presión de la ERPMP regulada y asignada.

Figura 2.19: ERS (*Esquema de Estación de Regulación Secundaria*).



Fuente: Experiencias en la conversión de calderas de petróleo a gas
Natural.

2.1.2.12 Cabinas Hornos de pintura Modabus

Cabina de pintura de grandes dimensiones para autobuses, personalizada para garantizar acabados de alta calidad y asegura condiciones de protección ambiental durante los procesos. Dispone de tres conjuntos de bancos de trabajo tridimensionales con unas dimensiones de 15m x 5m x 5m.

Ventajas:

- Evita riesgos a la salud de los trabajadores.
- Protege la aplicación del recubrimiento contra las impurezas del ambiente exterior.
- Control de los compuestos orgánicos volátiles (COV's).

Modabus cuenta con 6 hornos de pintura con un total de 14 quemadores:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) Horno 1 (2 quemadores) | 4) Horno 4 (3 quemadores) |
| 2) Horno 2 (2 quemadores) | 5) Horno 5 (2 quemadores) |
| 3) Horno 3 (3 quemadores) | 6) Horno 6 (2 quemadores) |

Figura 2.20: Exterior de la cabina de pintura Modabus.



Fuente: Área hornos de pintura líquida Modasa - Lurín.

Figura 2.21: Interior de la cabina de pintura Modabus.



Fuente: Área hornos de pintura líquida Modasa - Lurín.

2.1.2.13 Línea para pintura en polvo, sistema en continuo

Modapower

Este sistema contempla una línea en continuo para transporte, pretratamiento, secado, aplicación, recuperación y polimerizado de pintura en polvo electrostática sobre piezas metálicas de diferentes formas y tamaños.

Cuenta con 3 hornos de pintura con un total de 5 quemadores:

- 1) Horno Inframix (2 quemadores)
- 2) Horno de secado (1 quemador)
- 3) Túnel de pretratamiento de cinco pasos (2 quemadores)

Figura 2.22: Línea Sifap Modapower.



Fuente: Área hornos de pintura en polvo Modasa - Lurín.

2.1.2.14 Quemadores

Los quemadores industriales son unos de los componentes principales de una caldera, hornos, etc; utilizando un combustible, ya sea

líquido o gaseoso, provocan una chispa que da origen a una flama, la cual permite obtener el calor necesario para iniciar una combustión.

El quemador, utiliza el combustible y aire para lograr la combustión. Ambos entran por separado y dentro de éste se regulan las cantidades y se mezclan de manera perfecta para iniciar el proceso. De acuerdo a la manera en la que toman el aire para la combustión, los quemadores se dividen en dos tipos: quemadores atmosféricos y quemadores mecánicos. Estos dispositivos se utilizan tanto en industrias como en particulares, ya que favorecen el rendimiento del combustible al realizar actividades específicas como calentamiento del agua, del aire o producción de vapor y en Thermal Combustion existe una gran variedad de éstos que se adaptan a las necesidades de cada cliente.

Figura 2.23: *Quemador de Gas Industrial.*



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=7VI_Z0nPz_c.

2.1.3 Aspectos Normativos

➤ Normatividad Especifica del Sector Gas

- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Ductos D.S. 042-99-EM y modificaciones (D.S. 038-2005-EM).
- Norma Técnica Peruana NTP 111.010 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.021 “GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno”.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.012 “Colores de identificación de tuberías para transporte de fluidos en estado gaseoso o líquido en instalaciones terrestres y en naves”.
- ASME B31.8 – Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
- ANSI/ASME B31.3 - Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping.
- API 5L – Line Pipe.
- API 1104 – Standard for Welding Pipelines and Related Facilities.
- EN–1555–Sistemas de tuberías plásticas para suministro de combustibles gaseosos.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Especificación Técnica S-DIO-015 “Diseño, construcción e instalación de una Acometida”- Calidda Ver.02.
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings Gas Distribution Systems.
- RTDUCG. Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos y sus Instrucciones Técnicas.
- RD 1428/1995 Aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.
- NTP 321.123/2009. Instalaciones para Consumidores Directos y Redes de Distribución.
- NTP 321.121/2008. Instalaciones internas de GLP para consumidores directos y redes de distribución.

➤ **Normativa Complementaria**

- Reglamento aprobado por Res. Consejo Directivo N° 163-2005-OS/CD del 13/07/2005).
- Procedimiento de Habilitación de Suministros de Gas Natural – (Procedimiento aprobado por Res. Consejo Directivo N° 164-2005-OS/CD del 13/07/2005).
- RITE. Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios
- RAP. Reglamento de Aparatos a Presión

- CNE Código nacional de electricidad – suministro y utilización vigente a la fecha en todo lo aplicable.
- REBT. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

2.1.4 Simbología técnica

A = Área

Btu = Unidad térmica británica es una unidad de energía

kW = Kilowatts es una unidad de energía

m³ = metro cubico es una unidad de volumen

h = Hora es una unidad de tiempo

Sm³/hr = Metros cúbicos hora a condiciones estándar

P_{emin} = *Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar -cond. Operativas.*

T = *Temperatura a las condiciones de operacion, °C*

P_{atm} = *Presión barométrica del sitio, bar*

T_{st} = *Temperatura a las condiciones estándar, °C*

P_{st} = *Presión a las condiciones estándar, bar*

Q_{st} = *Caudal estándar requerido para la instalacion, Sm³/h*

V_a = *Caudal comprimido a presion de trabajo, m³/h*

F =Factor de Seguridad Obtenido

Z =Factor de compresibilidad

2.2 Descripción de las actividades realizadas

2.2.1 Etapas de las actividades

Para entender la implementación de la matriz energética en la

instalación interna de GN en los quemadores de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín – lima, se estableció una secuencia de etapas que inicio en agosto del 2020 y concluyo en abril del 2021 tal como se describe a continuación.

Etapas 1: Ingeniería y gestión preliminar

- Recolectar información del consumo de todos los equipos.
- Gestión documentaria con la concesionaria CALIDDA, solicitando respuesta a la factibilidad de suministro.

Etapas 2: Ingeniería de diseño

- Calculo, selección de materiales y equipos para EFMP.
- Cálculo de diámetro de tubería y selección de materiales de red interna.
- Excavación de zanja para red interna.

Etapas 3: Construcción e implementación

- Instalación de EFMP.
- Instalación de Redes: tubería HDPE para tramos enterrados y tubería de ACERO visibles.
- Instalación de ERS con llegada a los quemadores.
- Verificación en campo.

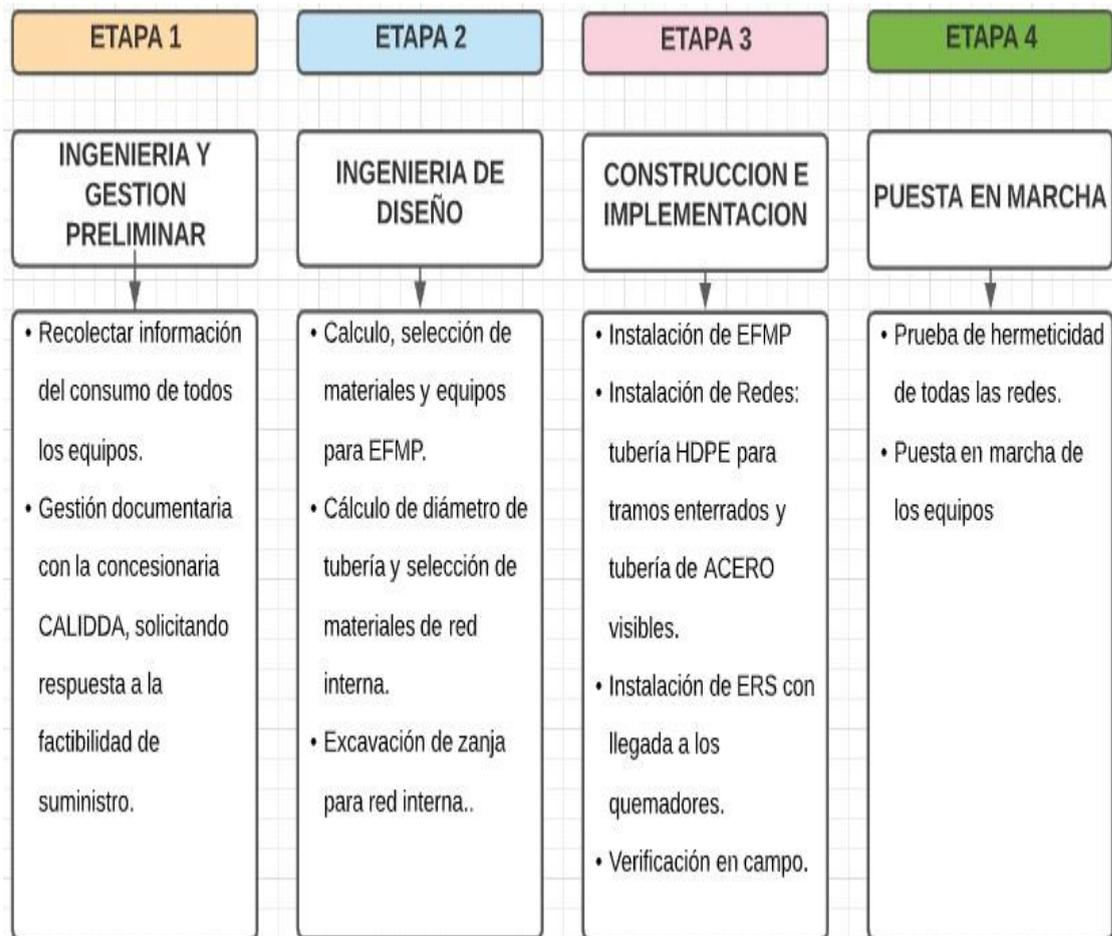
Etapas 4: Puesta en marcha

- Prueba de hermeticidad de todas las redes.
- Puesta en marcha de los equipos.

2.2.2 Diagrama de flujos

El siguiente esquema muestra las actividades por cada etapa:

Figura 2.24: Diagrama de flujo.

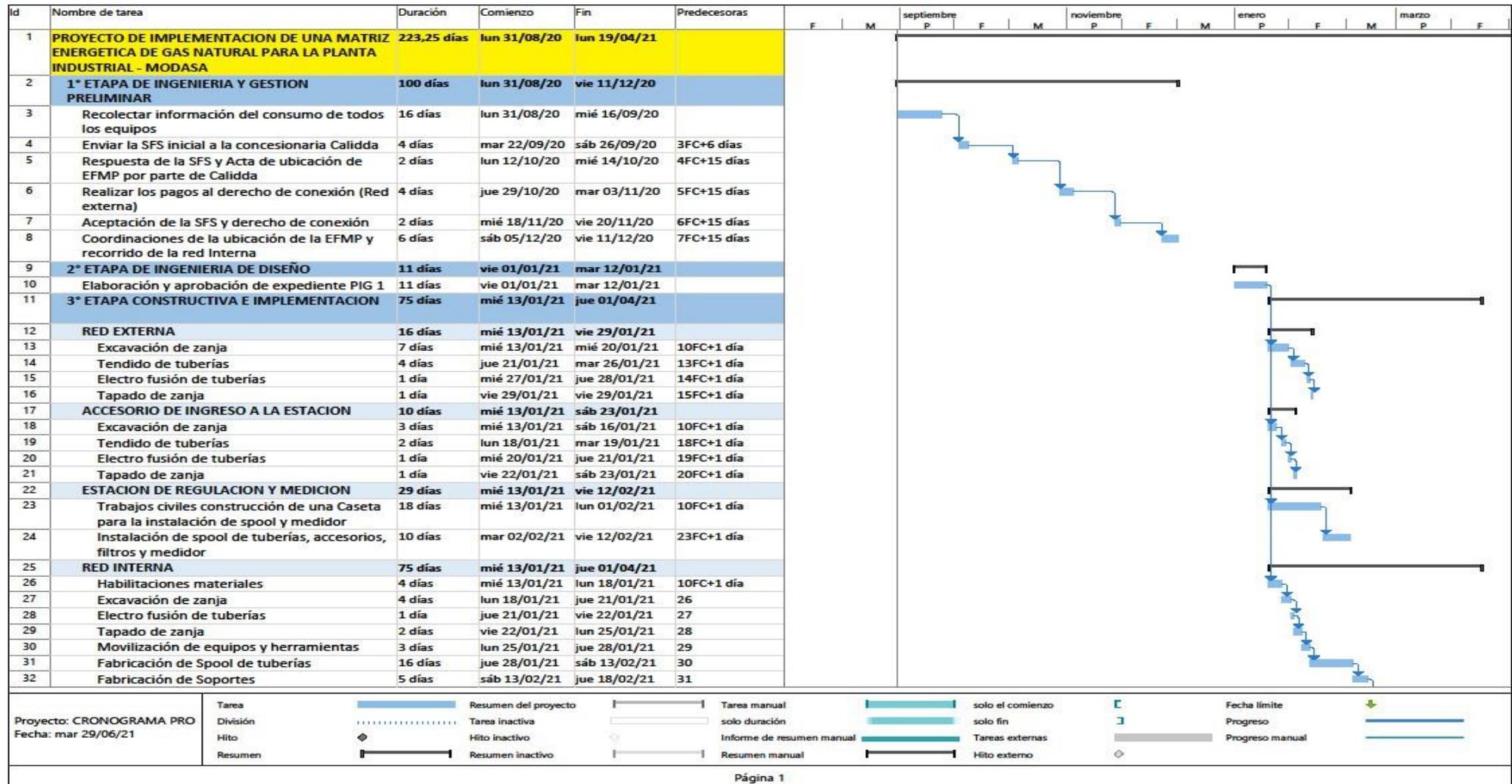


Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Cronograma de actividades

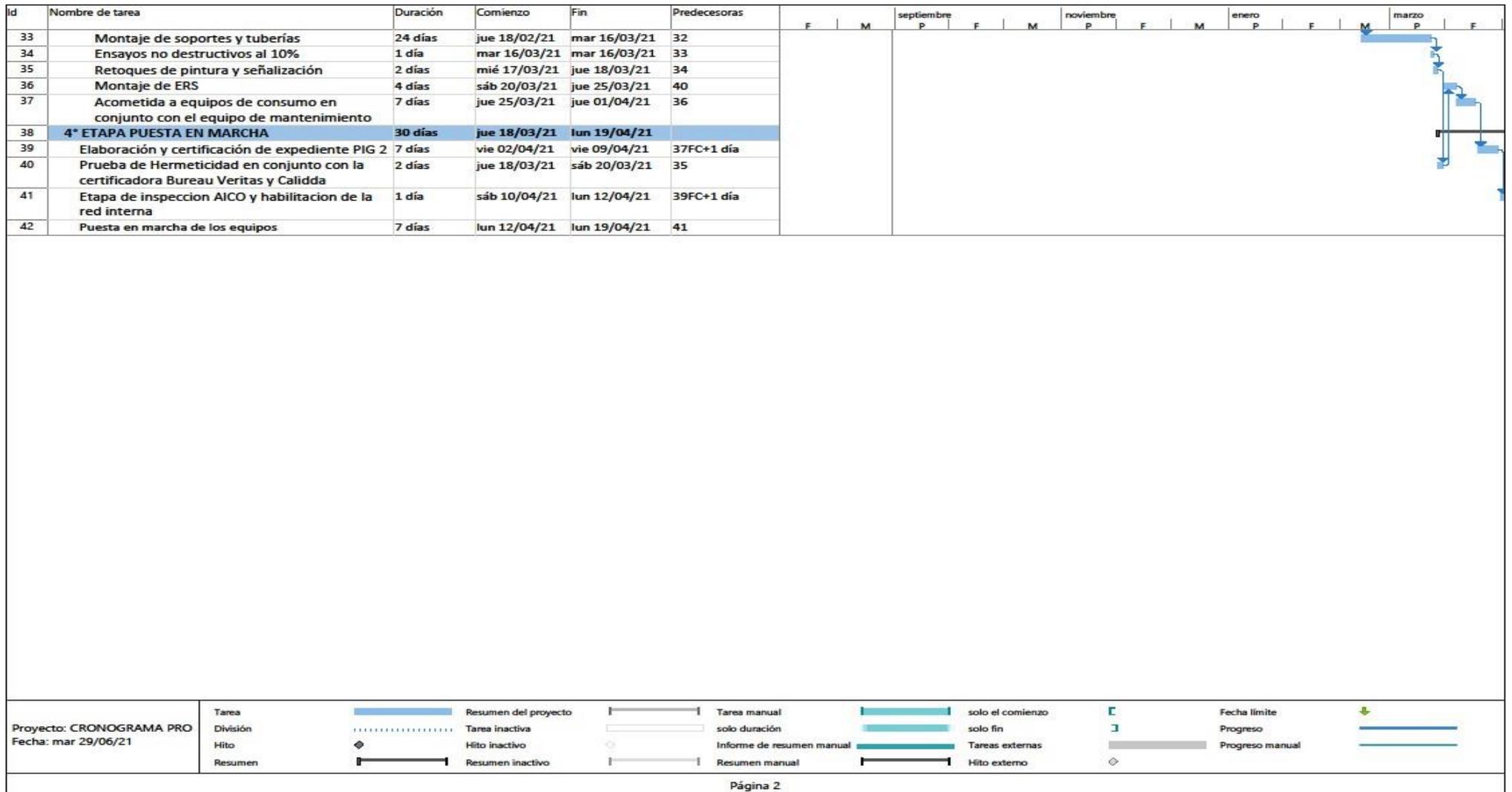
En el cuadro adjunto se da detalle de todos los trabajos de cada una de las etapas consideradas para llevar el control de estas actividades con el fin de tener un control en los tiempos y los plazos de ejecución se cumplan.

Figura 2.25: Cronograma de obra del desarrollo del Proyecto – Parte 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.26: Cronograma de obra del desarrollo del Proyecto – Parte2.



Fuente: Elaboración propia.

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, ejecución y control de etapas

Las etapas del proyecto son un conjunto de actividades que se realizan en forma secuencial donde se evidencia la investigación y la ejecución de los trabajos realizados en la implementación de una matriz energética en la instalación interna de GLP a GN en los quemadores de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín – Lima de forma planificada, bajo un control de las actividades descrito a continuación:

Etapa 1: Ingeniería y gestión preliminar

➤ Recolectar información del consumo de todos los equipos:

Se tomó el registro del consumo de los quemadores existentes que vienen trabajando en las áreas de horneado de pintura y se llevó a un cuadro, para poder realizar el dimensionamiento y selección de materiales y equipos.

Tabla 5: Planilla de cargas Térmicas.

PLANILLA DE CARGAS TERMICAS					
ITEM	CANT.	EQUIPO	CAPACIDAD TERMICA		
			POTENCIA NOMINAL (DEL EQUIPO O QUEMADOR)		POTENCIA QUE ENTREGA EL QUEMADOR (Btu/h)
HORNO SIFAP					
1	1	HORNO INFRAMIX-CONVECCION	280	KW	1050000.00
2	1	HORNO INFRAMIX-IR	200	KW	750000.00
3	1	HORNO DE SECADO	200	KW	750000.00
4	1	TANQUE ENCALIENTE N°1	110	KW	412500.00
5	1	TANQUE ENCALIENTE N°2	110	KW	412500.00
HORNO DE BUSES					
6	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 1	300	KW	1125000.00
7	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 2	300	KW	1125000.00
8	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 3	300	KW	1125000.00
9	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 4	300	KW	1125000.00
10	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 5	300	KW	1125000.00
11	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 6	300	KW	1125000.00
12	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 7	300	KW	1125000.00
13	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 8	300	KW	1125000.00
14	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 9	300	KW	1125000.00
15	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 10	300	KW	1125000.00
16	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 11	300	KW	1125000.00
17	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 12	300	KW	1125000.00
18	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 13	300	KW	1125000.00
19	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 14	300	KW	1125000.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Consumo de Gas Natural.

CONSUMO DE GAS NATURAL						
IT.	CT.	EQUIPO	CONSUMO Sm ³ /h			OBSERVACION
			Un	Fk	Tot.	
HORNO SIFAP						
1	1	HORNO INFRAMIX-CONVECCION	28	1	28	EQUIPO EXISTE
2	1	HORNO INFRAMIX-IR	20	1	20	EQUIPO EXISTE
3	1	HORNO DE SECADO	20	1	20	EQUIPO EXISTE
4	1	TANQUE ENCALIENTE N°1	11	1	11	EQUIPO EXISTE
5	1	TANQUE ENCALIENTE N°2	11	1	11	EQUIPO EXISTE
HORNO DE BUSES						
6	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 1	30	1	30	EQUIPO EXISTE
7	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 2	30	1	30	EQUIPO EXISTE
8	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 3	30	1	30	EQUIPO EXISTE
9	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 4	30	1	30	EQUIPO EXISTE
10	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 5	30	1	30	EQUIPO EXISTE
11	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 6	30	1	30	EQUIPO EXISTE
12	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 7	30	1	30	EQUIPO EXISTE
13	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 8	30	1	30	EQUIPO EXISTE
14	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 9	30	1	30	EQUIPO EXISTE
15	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 10	30	1	30	EQUIPO EXISTE
16	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 11	30	1	30	EQUIPO EXISTE
17	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 12	30	1	30	EQUIPO EXISTE
18	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 13	30	1	30	EQUIPO EXISTE
19	1	QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 14	30	1	30	EQUIPO EXISTE
20	1	VALVULA DE AMPLIACION FUTURA #1	20	1	20	EQUIPO FUTURO
21	1	VALVULA DE AMPLIACION FUTURA #2	20	1	20	EQUIPO FUTURO
22	1	VALVULA DE AMPLIACION FUTURA #3	30	1	30	EQUIPO FUTURO

Fuente: Elaboración propia.

El uso del gas es Industrial para un giro de negocio dedicada a la Fabricación de carrocerías para vehículos, generadores eléctricos y venta de repuestos. Ubicado en CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URB. LURIN. Con un consumo de 580 m³/hr de GN.

➤ **Gestión documentaria con la concesionaria CALIDDA, solicitando respuesta a la factibilidad de suministro.**

Para los clientes que requieran un suministro industrial nuevo, es necesario que ingresen una Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS), en la cual se analice la viabilidad técnica y económica del proyecto, es decir, que tan cercanas están las líneas industriales (sean de polietileno o de acero) y los costos asociados a este proyecto (Derecho de Conexión y Sobrecargo si aplica).

La carta va dirigirla al Sub Gerente de Grandes Clientes Calidda y en dicha carta debe especificar todos los documentos.

- a. Formato de Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS) vigente, debidamente llenado y en original, el mismo que va adjunto, para poder procesar su solicitud.
- b. Documentación que acredite su calidad de apoderado o representante legal (Certificado de Vigencia de Poder emitido por los Registros Públicos en original y reciente con una antigüedad de emisión no mayor a 3 meses).
- c. Copia del DNI del apoderado o representante legal de la empresa.
- d. Dos (2) copias del plano de ubicación en modelo formato adjunto, EN TAMAÑO DE HOJA A3 en físico o EN CD EN FORMATO PDF

o AUTOCAD (sólo 1 CD), indicando el punto de suministro e indicación de las vías de acceso al área a servir o referencias físicas que permitan su fácil ubicación con respecto a las instalaciones existentes con coordenadas UTM WGS84. Se adjunta modelo.

- e. Copia del documento que acredite la propiedad del predio (Copia literal reciente y en original de la partida electrónica del inmueble, emitida por los Registros Públicos) y copia del documento de identidad del propietario.
- f. En caso de predios alquilados, adicionalmente deberá presentar la autorización escrita del propietario para solicitar el servicio ante el Concesionario, adjuntando copia del DNI del propietario y el documento que acredite la propiedad del predio.
- g. Dos (2) copias del plano de distribución del predio indicando la posible ubicación de la Estación para el suministro de gas natural, En tamaño de hoja A3 en físico o En cd en formato PDF o Autocad, en el mismo CD donde aparece el plano de ubicación (sólo 1 CD).

La concesionaria Calidda al darle revisión a todo lo adjunto nos dieron respuesta que no había ninguna red externa existente o considerada a instalarla en su plan quinquenal 2018-2022. Por lo tanto, si se quiere realizar la instalación del sistema de tuberías de la red interna a su red externa este pago lo debe asumir la empresa por el

Derecho de Conexión¹, de conformidad con lo establecido en la resolución N° 056-2009-OS/CD evaluado según el consumo tarifario por el volumen asignado.

Para realizar este trabajo del Derecho de Conexión se solicitó a la empresa Modasa lo siguiente en aceptación a la respuesta de solicitud de factibilidad de suministro (RDFS) a fin de viabilizar el proyecto de gas natural con Calidda:

- a. Carta de Aceptación simple.
- b. Contrato firmado por su Representante Legal (son 3 firmas en el Contrato en los puntos donde tiene las marcas).
- c. Copia del documento de identidad (DNI o Carnet de Extranjería) del Representante Legal firmante.
- d. Poderes del Representante Legal. La vigencia de poder debe tener una fecha de emisión no mayor a 03 meses de antigüedad.
- e. Asimismo, se requiere que en dicha vigencia de poder se aprecie la facultad del Representante Legal firmante de suscribir todo tipo de contratos a nombre de su empresa. Puede ser uno o dos Representantes firmantes, ello depende de los poderes para cada Apoderado según lo estipulado por su Empresa.
- f. Acta de ubicación firmada.

¹ Derecho de conexión: Es aquel que adquiere el interesado para acceder al suministro de Gas Natural dentro de un área de concesión, mediante un pago que es regulado por el Osinergmin de acuerdo a la naturaleza del servicio, magnitud del consumo o capacidad solicitada o la distancia comprometida a la red existente. Este pago obliga al concesionario a efectuar la conexión en plazos no mayores a los señalados en el presente reglamento, y otorga un derecho al interesado sobre la capacidad de suministro solicitada.

Resolución N° 056-2009-OS/CD

Cabe resaltar que, como parte de los requisitos para la HABILITACIÓN del Suministro, nos solicitan una CARTA FIANZA, calculada en base a dos meses de consumo, según lo declarado en su Solicitud de Factibilidad.

Etapa 2: Ingeniería de diseño

1. Especificaciones técnicas de Materiales y Equipos.

1.1 Tuberías de Acero al Carbono

Las áreas cumplen con la norma ASTM A 53, ASTM A 106 ó ANSI/ASME B 36.10 y estas deberán ser de Cédula 40.

Las tuberías aéreas deberán ser protegidas contra la corrosión con dos capas de pintura de pintura epoxica con 8 mills de espesor y una capa de acabado de 4 mills de espesor con pintura a base de poliuretano.

1.2 Accesorios para tubería de acero

Los accesorios de línea (codos, bridas, tees, reducciones) están de acuerdo a las normas ANSI B16.9 y ANSI B16.28 según corresponda y deberán de ser de la Clase # 150.

Los accesorios para roscar, deberán tener rosca cónica conforme a las normas ISO 7.1, ISO 228.1, ANSI/ASME B1.20.1 ó equivalente.

1.3 Válvulas de cierre manual

Las válvulas cumplen con las normas API 6D, API 607, ASME/ANSI B 16.4, y la norma MSS SP-25 o equivalente. Todas Las Válvulas deberán ser Clase 150. Las válvulas para las aplicaciones aéreas deberán ser enteramente metálicas, incluyendo el cuerpo, elemento

sellante, etc. Asimismo, deberán ser resistentes a altas temperaturas. Las válvulas son fáciles de operar y serán preferentemente de tipo esférica o de bola.

1.4 Medidores de Flujo

Estos deberán cumplir con las siguientes normas: CEN EN 1359 ó ANSI B109 (partes 1 y 2) para medidores a diafragma y CEN EN 12180 ó ANSI B109 3 para medidores rotativos, si piensan en futuro montarlas.

1.5 Reguladores de presión

Los reguladores secundarios cumplirán con las normas CEN EN 334 ó ANSI B109.4o equivalentes.

1.6 Sistema de Seguridad de los Equipos de Combustión

Los requerimientos mínimos de seguridad para los hornos cerámicos, deberán ser según las normas CEN UNE 746 Parte 1 y 2, ó la norma NFPA 86.

➤ **Calculo, selección de materiales y equipos para EFMP.**

a) **Parametros de Diseño**

Tabla 7: Parametros de diseño según SFS.

CONDICIONES DE TRABAJO	
Presión de diseño	5 Bar
Presión máxima de suministro	5 Bar
Presión mínima de suministro	1 Bar
Presión regulada	S/R Bar
Presión de prueba mínima	7,5 Bar
Caudal máximo autorizado	580 Sm ³ /h
Caudal máximo inmediato	510 Sm ³ /h
Caudal máximo futuro	70 Sm ³ /h

Estación de Filtración y Medición Primaria

Fuente: Elaboración Propia.

b) Cálculo y selección del medidor

La selección del medidor se basa en las fórmulas de Boyle - Gay Lussac o ley de Boyle y Charles, las cuales se muestran a continuación:

$$\frac{Q_{ST} * P_{ST}}{(T_{ST} + 273,15)} = \frac{V_a * (P_{e\ min} + P_{atm})}{(T + 273,15)} \dots (1)$$

$$V_a = \frac{(Q_{ST} * P_{ST}) * (T + 273,15)}{(T_{ST} + 273,15) * (P_{e\ min} + P_{atm})}$$

Donde:

P_{emin} = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar -cond. Operativas.

T = Temperatura a las condiciones de operación, °C

P_{atm} = Presión barométrica del sitio, bar

T_{st} = Temperatura a las condiciones estándar, °C

P_{st} = Presión a las condiciones estándar, bar

Q_{st} = Caudal estándar requerido para la instalación, Sm³/h

V_a = Caudal comprimido a presión de trabajo, m³/h

Para el proyecto las condiciones de trabajo serán las siguientes:

P_{emin} = 1 bar

T = 19 °C

P_{atm} = 1.01325 bar

$$T_{st} = 273.15^{\circ}C$$

$$P_{st} = 1.01325bar$$

$$Q_{stAutorizado} = 580.00 Sm^3/h$$

$$V_a = X m^3/h$$

Reemplazando los valores:

$$V_a = 156.1067 m^3/h$$

De acuerdo a las tablas de caudales para los medidores tipo G tendremos:

Tabla 8: Caudales para los medidores Tipo G.

Qmax actual m³/h	Clasificación G
40	G 25
65	G 40
100	G 65
160	G 100
250	G 160
400	G 250
650	G 400
1000	G 650
1600	G 1000

Fuente: Elaboración propia.

Para el proyecto estamos considerando utilizar un G 250 de 3" S-150 debido a que consideramos en un futuro ampliar el consumo de nuestra nueva matriz energética.

c) Cálculo y resistencia de tuberías

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B 31.8 el cual establece que, para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de

diseño dada, se deberá determinar mediante la siguiente fórmula.

$$t = \frac{P * D}{2 * S * F * E * T} \dots\dots(2)$$

Donde:

t = Espesor nominal de pares

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E = Factor de junta soldada.

T = Factor de disminución de temperatura

Para el proyecto se tomaron las siguientes consideraciones:

Antes de la medición:

Pmax. de diseño = 5 bares

Dmin. Adoptado = 3" pulgadas

S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi

E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1

F según clase de localidad asignada = 0.4

T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Calculando para el tramo de 3":

$$t = \frac{5 * 14.5 * 3}{2 * 35000 * 1 * 0.4 * 1}$$

$$t = 0,0077678 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0.200 \text{ mm}$$

Espesor calculado	Espesor adoptado
t = 0.2000 mm	t = 5.49 mm

d) Cálculo de velocidades y caída de presión

La fórmula a usar para el cálculo de la caída de presión será la de

Renouard cuadrática, que es la siguiente:

$$\frac{P_A^2 - P_B^2}{A} = 48.6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots (3)$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en

kg/cm² A

s = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud

equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en mm.

Tabla 9: Condiciones iniciales de la Línea.

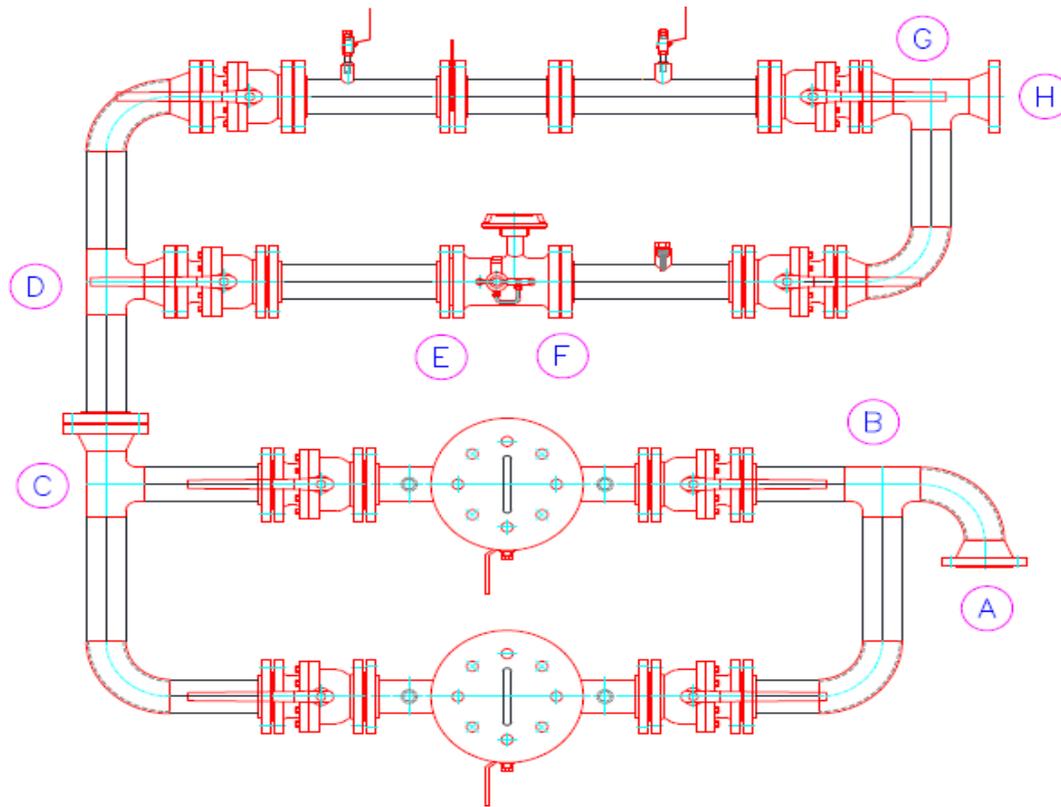
DETALLE	UNIDADES	SÍMBOLO	DATOS
Caudal autorizado por CALIDDA	Sm ³ /hr	Q	580
Presión máx. de diseño	Bar	Pmax diseño	5
Presión máx. de red	Bar	Pmax	5
Presión min. De red	Bar	Pmin	1

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de velocidades y caída de presión de la estación de

filtración y medición:

Figura 3.1: Estación de filtración y Medición primaria.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Planilla de cálculo de tuberías a 5 bar de la Estación de filtración y medición primaria.

Presión máxima 5 bares y caudal máximo 580.00 Sm³/hr

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	MATERIAL	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	580	0,42	9,77	5,0000	4,9990	0,0010	31,21	3"	4,01	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
B-C	580	1,75	37,21	4,998999	4,9952	0,0038	31,22	3"	4,01	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
C-D	580	0,524	14,55	4,995184	4,9937	0,0015	31,23	3"	4,02	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
D-E	580	0,775	14,02	4,993692	4,9923	0,0014	31,23	3"	4,02	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
E-F	580	0,24	45,21	4,992253	4,9876	0,0047	31,23	3"	4,02	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
F-G	580	1,134	22,18	4,987613	4,9853	0,0023	31,25	3"	4,02	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
G-H	580	0,42	7,43	4,985336	4,9846	0,0007	31,25	3"	4,02	Tubería de Acero SCH 40	Soldada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: Planilla de cálculo de tuberías a 1 bar de la Estación de filtración y medición primaria.

Presión máxima 1 bar y caudal máximo 580.00 Sm ³ /hr											
PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	MATERIAL	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	580	0,42	9,77	1,0000	0,9970	0,0030	54,06	3"	12,05	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
B-C	580	1,75	37,21	0,996994	0,9855	0,0115	54,10	3"	12,12	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
C-D	580	0,524	14,55	0,985506	0,9810	0,0045	54,26	3"	12,15	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
D-E	580	0,775	14,02	0,980995	0,9766	0,0044	54,32	3"	12,17	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
E-F	580	0,24	45,21	0,976638	0,9625	0,0141	54,38	3"	12,26	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
F-G	580	1,134	22,18	0,962526	0,9556	0,0070	54,58	3"	12,31	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
G-H	580	0,42	7,43	0,955567	0,9532	0,0023	54,67	3"	12,32	Tubería de Acero SCH 40	Soldada

Fuente: Elaboración Propia.

e) Selección del elemento filtrante

Tabla 12: *Condiciones para la selección del elemento filtrante.*

Parametros	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal	Q =	580,00	Sm ³ /h
Presión	P =	1,00	Bar
Temperatura de operación	T =	20,00	°C
Velocidad máxima en elemento filtrante	VEFmáx =	0,30	m/s
Tipo de Elemento Filtrante	Tipo =	G 2	---
Área Unitaria de Elemento Filtrante Ingreso Manual	A =	235,00	mm ²
Cantidad de Elementos Filtrantes	Cant. =	1,00	Unidad
Velocidad en Elemento Filtrante Seleccionado	V =	0,17	m/s
Caudal máximo según elemento filtrante seleccionado	QMáximo =	995,16	Sm ³ /h
Área Unitaria de Elemento Filtrante	A =	470,000	mm ²
Área Total de Elemento Filtrante	A =	470,000	mm ²
Área Mínima de Elemento Filtrante para cubrir el Caudal solicitado	A _{min} =	273,925	mm ²
Factor de Seguridad Obtenido	F =	172%	---
Factor de compresibilidad	Z =	1,00	---
Presión base	P _b =	1,0156	Bar
Temperatura base	T _b =	15,60	°C

Fuente: Elaboración Propia.

Características del Elemento filtrante seleccionado

Marca	: GORA
Modelo	: G 2.0
Cantidad de cartuchos	: 01 unidades
Grado de filtración	: Retec. Partículas mayores a 5 micrones.
Material barrero filtrante	: Filtro de poliéster aglutinado.
Juntas	: Filtro comprimido

Protección exterior : Malla metálica

Tabla 13: Características de un elemento filtrante.

Modelo Type	H (mm)	Ø L (mm)	Ø M (mm)	Area de Filtrado (cm ²) Filtering Area (cm ²)
G 0.5	120	80	35	600
G 1	165	95	50	1.250
G 1.5	210	120	69	2.300
G 2	260	165	86	4.700
G 2.5	283	200	110	7.250
G 3	320	252	138	9.500
G 4	415	299	186	14.500
G 5	470	390	246	23.000

Fuente: Elementos filtrantes – Filtros Santa Rosa.

a) Cálculo de carcasa de filtro según ASME VIII

Para el cálculo de resistencia de filtros emplearemos las formulas establecidas en el código ASME sección VIII – Div.I.

Características del Filtro

Posición : Horizontal

Presión de Diseño : 19 Kg /cm²

Eficiencia de la junta : 1.00

Descripción de los materiales a emplear:

En base a los datos proporcionados se inician los cálculos:

CALCULO DE LA ENVOLVENTE:

Tensión Circunferencial:

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} = \frac{5*101.37}{843.88*1-0.6*5} = 0.60....(4)$$

Tensión Longitudinal:

$$t = \frac{PR}{2SE+0.4P} = \frac{5*101.37}{2*843.88*1+0.4*5} = 0.299.....(5)$$

Tensión Longitudinal:

$$t = \frac{Pd}{2SE-0.2P} = \frac{5*202.74}{2*843.88*1-0.2*5} = 0.60.....(6)$$

Tabla 14: Cuadro resumen - cálculos de la envolvente.

TIPO	MATERIAL	TENSION	D	Espesor	d	R	Ro
		Kg/cm2	mm	mm	mm	mm	mm
Envolvente 8"	ASTM A-106 Gr.B	843.88	219.1	8.18	202.74	101.37	109.55
Cabezal 8"	ASTM A-234 WPB	843.88	219.1	8.18	202.74	101.37	109.55
Conexión 3"	ASTM A-106 Gr.B	843.88	88.9	5.49	77.92	38.96	44.45

Fuente: Elaboración Propia.

De los cálculos realizados tenemos:

Tabla 15: Espesores de la envolvente.

Descripción	Espesor calculado	Espesor adoptado
Espesor máximo en la Carcasa	0.60 mm	8.18 mm
Espesor máximo en la Cabeza	0.60 mm	8.18 mm

Fuente: Elaboración Propia.

CÁLCULO DE LAS CONEXIONES:

Las aberturas de diámetros nominal menores o iguales a 1", están adecuadamente reforzadas con cooplas serie 3000

Espesores necesarios de las conexiones

$$trn = \frac{PR}{2SE-0.6P} = \frac{5*88.9}{2*843.88*1-0.6*5} = 0.264.....(7)$$

Tabla 16: *Espesores de las conexiones.*

Descripción	Espesor calculado	Espesor adoptado
Espesor necesario de conexión	0.264 mm	5.49 mm

Fuente: Elaboración Propia.

ÁREA DE REFUERZO REQUERIDO

Sin elemento de refuerzo

Área de refuerzo requerida

$$A = dtrF + 2tnf(1 - fr1) \dots (8)$$

Donde:

fr1= 1 conexión apoyada a la pared del cuerpo

fr1= Sn/Sv conexión insertada en la pared del cuerpo

fr1= 1.000

F = 1

Sacando el factor común

$$A = (d + 2tn(1 - fr1)) trF$$

$$A = 171.64 \text{ mm}^2$$

Sobre espesor de envolvente

$$A1 = d(E1t - Ftr) - 2tn(E1t - Ftr)(1 - fr1) = (E1t - Ftr)(d - 2tn(1 - fr1)) \dots (9)$$

$$A1 = 2(t - tn)(E1t - Ftr) - 2tn(E1t - Ftr)(1 - fr1) = 2(E1t - Ftr)(t - tn(1 - 2fr1))$$

$$A1 = 465.75 \text{ mm}^2$$

$$A1 = 2(1 \times 7.11 - 1 \times 0.617)(7.11 - 5.16(1 - 2 \times 1))$$

$$A1=163.42 \text{ mm}^2$$

De ambos A1 se utiliza el de mayor valor, se adopta por lo tanto

$$\mathbf{A1=465.75 \text{ mm}^2}$$

Sobre espesor de la conexión

$$A2 = 5(tn - trn) fr2xt.....(10)A2$$

$$= 5(tn - trn) fr2xtn \text{ Donde: } fr2 = Sn/ Sv = 1$$

$$A2=215.07 \text{ mm}^2$$

$$A2=144.3 \text{ mm}^2$$

De ambos se utiliza el de menor valor, se adopta por lo tanto

$$\mathbf{A2=144.34 \text{ mm}^2}$$

Sobre espesor de la conexión pasante

$$A3 = 2(tn - c) fr2xh.....(11)$$

Dónde: c= sobre espesor de corrosión c=0 mm

$$A3 = 2x (5.16 - 0) x1 x0 = 0 \text{ mm}^2 \text{ h= penetración de conexión h=0}$$

mm

Sobre espesor de la soldadura externa de conexión

$$A41 = (leg)^2 xfr2 \text{ Donde: leg=longitud equivalente de la}$$

soldadura.....(12)

$$\mathbf{Leg=6.35mm}$$

$$A41=40.32 \text{ mm}^2$$

Sobre espesor de la soldadura interna de conexión

$$A43 = (leg)^2 xfr2 \text{ Donde: leg= longitud equivalente de la}$$

soldadura.....(13)

$$A43 = (0.0)^2 x1.00 = 0.00 \text{ mm}^2 \text{ Leg=0.0mm}$$

Balance de áreas sin refuerzo

si $(A1+ A2 + A3+ A41+ A43) \geq A$ La abertura esta adecuadamente reforzada.....(14)

si $(A1+ A2 + A3+ A41+ A43) < A$ La abertura no está adecuadamente reforzada y por lo tanto, se deberá adicionar un refuerzo y/o incrementar el espesor.

$$A1+ A2 + A3+ A41+ A43 \geq A$$

$$610.09 \text{ mm}^2 \geq 171.64 \text{ mm}^2 \text{ No necesita refuerzo}$$

b) Parámetros de diseño

Presión de Ingreso

Mínima: 1 bar.

Maximo: 5 bar.

Regulada: S/R bar.

Diseño: 5 bar

Máximo Caudal de Gas Natural de la estación diseñada

Sistema de medición (Medidor G250) a presión mínima: 800 Sm³/h.

Tabla 17: *Maximo causal de la estación diseñada.*

Sin Regulación					Rang: 1:20
			$1.6 \times (p_{\max} + 1) \times G$	20% q max	5% q max
	G	250	q max	q transf	q min
manométrica	pmax	5	2400	480	120
	pmin	1	800	160	40
Presión Atmosférica		1	400	80	20

Fuente: Elaboración Propia.

- Sistema de regulación: No Aplica ya que la estación es una EFM.
- Sistema de filtración (Calculo líneas arriba): 995.16 Sm³/h.
- Sistema de tuberías a presión mínima: 816.00 Sm³/h.

De lo expuesto:

Capacidad Máxima de la EFM es **800 Sm³/h** ≥ Q SFS es de **580.00 Sm³/h** (Limitado por el Medidor)

Velocidad del Gas Natural en tuberías de la EFM

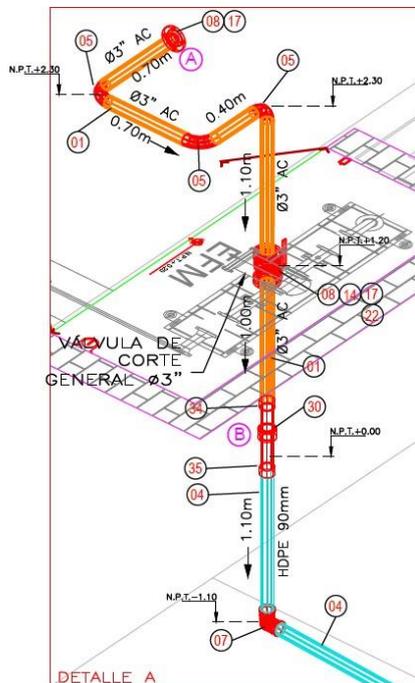
- Máxima : 25.0 m/s
- Etapa de filtración : Doble
- Etapa de medición : Simple
- Medidor seleccionado : 1 unidades de G-250 TURBINA
 - Marca : FMG
 - Presión Max. Operación: 20.0 Bar.
- Corrector seleccionado : 1 unidad
 - Marca : Actaris
 - Presión Max. Operación: 0,3 -10 Bar abs.

- **Cálculo de diámetro de tubería y selección de materiales de red interna.**

La tubería comprende de la salida de la EFMP con una tubería de Ø 3", una válvula de corte general de Ø 3" y accesorios, debido al tránsito por esa zona y para un mejor recorrido se optó por un tramo enterrado hacia una esquina donde se encuentra una columna de la nave metálica

de Modapower, esta tubería de es de HDPE 90 mm SDR 11 ubicada a 1.10 m N.P.T (nivel del piso terminado), de una longitud de 22.58 m, para la transición de Acero a polietileno se usó una cupla de \varnothing 90 mm a \varnothing 3" SCH 40 y una Unión para electrocución SDR 11 \varnothing 90 mm.

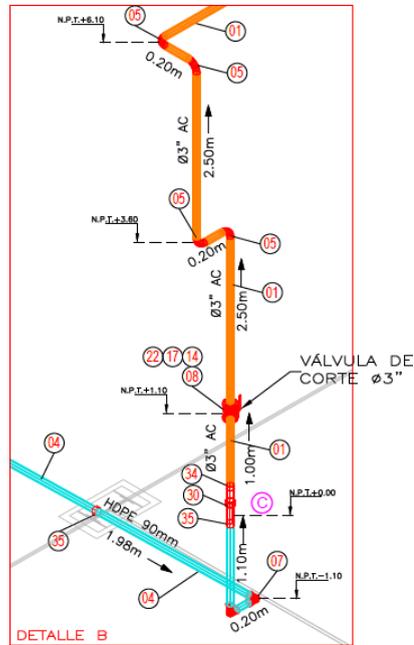
Figura 3.2: Red Interna de GN - Salida de la EFM.



Fuente: Elaboración Propia

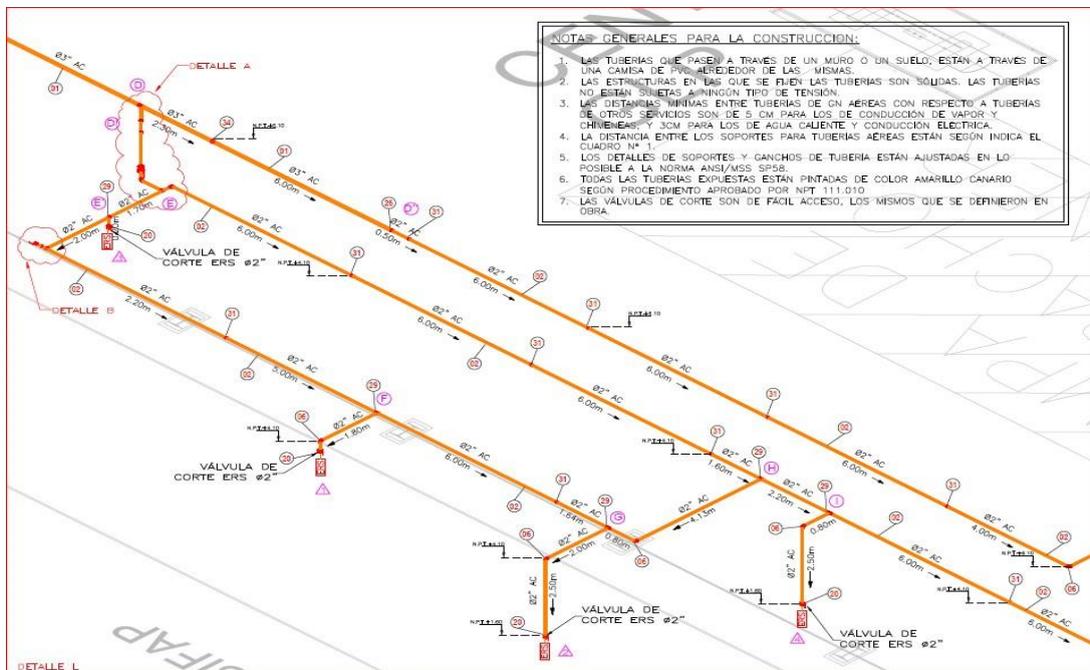
De la columna de la nave se colocan soportes metálicos para hacer el recorrido de tubería aérea por este luego va por el tijeral, vigas de amarre y se hace una derivación, sectorizando la alimentación a los quemadores de hornos de pintura en polvo de la Sifap MODAPOWERR con su válvula de corte , esto con la finalidad de en caso de algún corte o mantenimiento a las líneas no se interrumpa el paso de alimentación a los hornos de pintura liquida MODABUS, Esta tubería se reduce a 2" con una reducción concéntrica tipo campana.

Figura 3.3: Red Interna de GN – Ingreso a la Nave Modapower.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.4: Red Interna de GN – Bypass Ingreso al horno SIFAP y tubería Hacia Modabus.

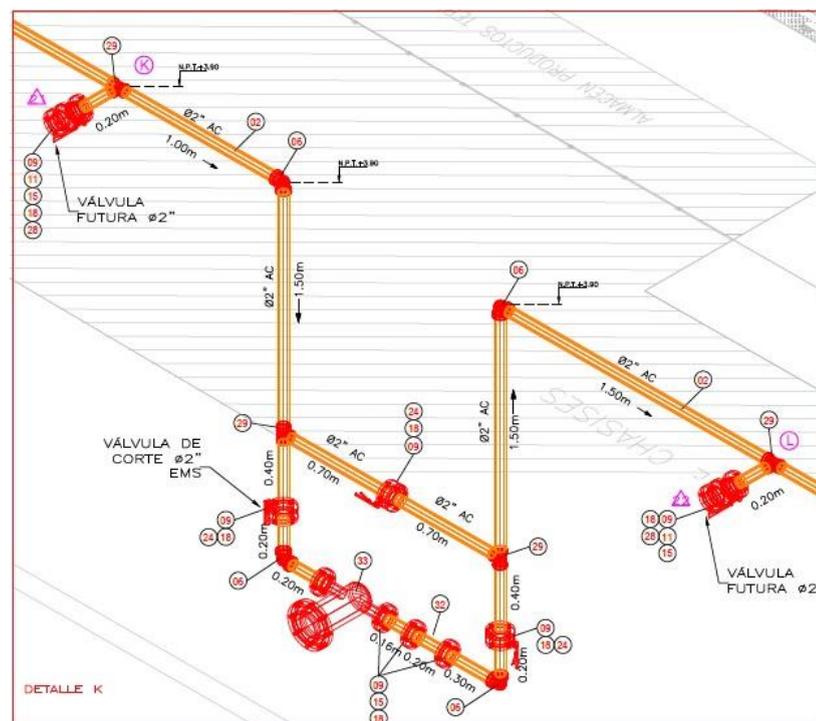


Fuente: Elaboración Propia.

La tubería que continua el recorrido hacia Modabus se reduce de 3" a 2", Esta tubería de acero SCH 40 de 2" se soporta a las vigas de amarre de la nave metálica luego sale de la nave y va hacia una pared perimetral de material noble donde seguirá su trayectoria, en caso de una interferencia se opta por hacer un pasa muro que es un agujero a una pared de ladrillos, plancha metálica, planchas de eternit, etc, la cual después se rellenara con sikaboom.

Debido a que son dos unidades de negocio diferente se opta por la instalación de un medidor adicional para el registro de consumo de Modabus.

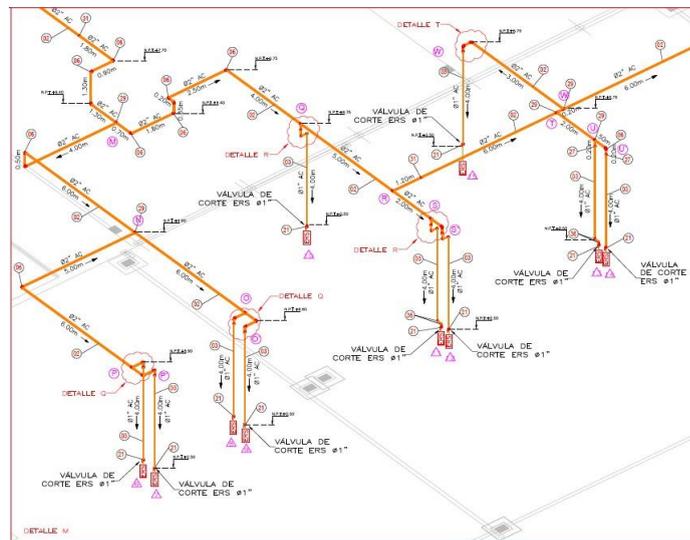
Figura 3.5: Red Interna de GN – Medidor secundario de la unidad de negocio Modabus.



Fuente: Elaboración Propia.

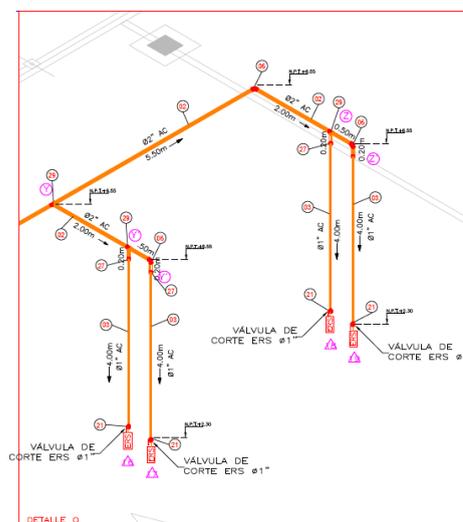
Esta tubería de acero SCH40 de 2" llega hasta el horno de pintura líquida Modabus, el cual cuenta con 14 ERS's.

Figura 3.6: Red Interna de GN – Ingreso a los hornos de pintura líquida Modabus – Parte 1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.7: Red Interna de GN – Ingreso a los hornos de pintura líquida Modabus – Parte 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Fórmula para el cálculo de la velocidad del gas

La velocidad del gas por las tuberías no debe superar 30 m/s por la normativa de aplicación. Así, además de justificar el diámetro y la pérdida de presión, en los cálculos para proyectos de gas, deberemos validar que la velocidad esté en valores aceptables. Para eso podemos usar la siguiente fórmula:

$$V = \frac{378 \times Q}{P \times D^2} \dots(15)$$

Donde:

V: Velocidad del gas (m/s)

Q: Caudal de gas (m³(n)/h), en condiciones normales, ver la nota al final.

P: Presión absoluta (bar)

D: Diámetro interior de la tubería (mm)

Formula de Renouard Cuadrática

Para presiones en el en cualquier rango, la fórmula de Renouard simplificada, y válida para Q/D < 150

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6.s.L. \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots(16)$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm² A

S = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en mm.

El trazado de tuberías se ha definido teniendo en cuenta las interferencias con respecto a otros servicios y considerando la flexibilidad de la tubería. El Diseño de red de baja de la estación, se pueden apreciar en los planos adjuntos.

Tabla 18: Planilla de cálculo de tuberías a 5 bar de la Red Interna.

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm3/h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	580	4.5	9.18	5	4.982	0.0018	37.59	3"	5.82	Tubería de Acero SCH40	Soldada
B-C	580	23.8	32.12	4.98151	4.9892	0.0089	37.59	90	6.65	Tubería de Polietileno SDR11	Electrofusión
C-D	580	30.4	30.40	4.989246	4.9831	0.0061	37.62	3"	5.83	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-D'	90	0.4	0.40	4.983106	4.9831	0.0000	14.83	3"	0.90	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D'-E	90	2.2	14.01	4.983103	4.9825	0.0006	14.83	2"	1.99	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-E'	68	1.7	1.70	4.982464	4.9824	0.0000	12.89	2"	1.51	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E'-3	20	0.2	0.20	4.982417	4.9824	0.0000	6.99	2"	0.44	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E'-F	48	9.2	9.20	4.982417	4.9823	0.0001	10.83	2"	1.06	Tubería de Acero SCH40	Soldada
F-1	28	4.3	4.30	4.982283	4.9823	0.0000	8.27	2"	0.62	Tubería de Acero SCH40	Soldada
F-G	20	7.64	7.64	4.982283	4.9823	0.0000	6.99	2"	0.44	Tubería de Acero SCH40	Soldada
G-2	20	4.5	4.50	4.982261	4.9822	0.0000	6.99	2"	0.44	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-H	22	19.8	19.80	4.982464	4.9824	0.0001	7.33	2"	0.49	Tubería de Acero SCH40	Soldada
H-I	22	2.2	2.20	4.982394	4.9824	0.0000	7.33	2"	0.49	Tubería de Acero SCH40	Soldada
I-4	11	2.5	2.50	4.982386	4.9824	0.0000	5.18	2"	0.24	Tubería de Acero SCH40	Soldada
I-5	11	20.5	20.50	4.982386	4.9824	0.0000	5.18	2"	0.24	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-D''	490	8.3	15.94	4.983106	4.9807	0.0024	34.60	2"	4.93	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D''-J	490	51.6	60.84	4.980736	4.9197	0.0610	34.60	2"	10.97	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J-J'	20	1	1.00	4.919711	4.9197	0.0000	7.03	2"	0.45	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J'-20	20	0.5	0.50	4.919708	4.9197	0.0000	7.03	1"	1.74	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J-K	470	101.6	127.85	4.919711	4.7990	0.1207	34.06	2"	10.74	Tubería de Acero SCH40	Soldada
K-21	20	0.2	0.20	4.798995	4.7990	0.0000	7.10	2"	0.46	Tubería de Acero SCH40	Soldada
K-L	450	8.5	60.95	4.798995	4.7450	0.0540	33.68	2"	10.38	Tubería de Acero SCH40	Soldada
L-22	30	0.2	0.20	4.745022	4.7450	0.0000	8.74	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
L-M	420	113.2	113.20	4.745022	4.7318	0.0133	32.69	2"	4.41	Tubería de Acero SCH40	Soldada
M-N	120	10.5	10.50	4.731768	4.7309	0.0008	17.49	2"	2.78	Tubería de Acero SCH40	Soldada
N-P	60	11	11.00	4.730923	4.7307	0.0003	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P-6	30	4.5	4.50	4.730672	4.7299	0.0008	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P-P'	30	0.7	4.40	4.730672	4.7306	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P'-7	30	4.1	4.10	4.730644	4.7299	0.0007	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
N-O	60	6	6.00	4.730923	4.7308	0.0001	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O-8	30	4.5	4.50	4.730786	4.7300	0.0008	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O-O'	30	0.7	4.40	4.730786	4.7308	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O'-9	30	4	4.50	4.730758	4.7300	0.0008	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
M-Q	300	9.55	9.55	4.731768	4.7312	0.0006	27.66	2"	3.15	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Q-10	30	4.5	4.50	4.731161	4.7304	0.0008	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Q-R	270	5	5.00	4.731161	4.7309	0.0003	26.24	2"	2.83	Tubería de Acero SCH40	Soldada
R-S	60	2	2.00	4.730899	4.7309	0.0000	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S-11	30	4.5	4.50	4.730853	4.7301	0.0008	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S-S'	30	0.7	4.70	4.730853	4.7308	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S'-12	30	4.2	4.20	4.730823	4.7301	0.0007	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
R-T	190	7.2	7.20	4.730899	4.7303	0.0006	22.01	2"	3.08	Tubería de Acero SCH40	Soldada
T-U	60	2	2.00	4.730331	4.7303	0.0000	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U-13	30	4.3	4.30	4.730285	4.7296	0.0007	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U-U'	30	0.7	4.70	4.730285	4.7303	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U'-14	30	4	4.00	4.730255	4.7296	0.0007	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
T-W	150	0.2	4.88	4.730331	4.7297	0.0006	19.56	2"	3.47	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W-W'	30	5.2	13.52	4.729742	4.7297	0.0001	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W'-15	30	4	4.00	4.729655	4.7290	0.0007	8.75	1"	2.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W-Y	120	24.5	24.50	4.729742	4.7278	0.0020	17.49	2"	2.78	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y-Y'	60	2	13.81	4.72777	4.7275	0.0003	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y'-16	30	4.2	4.20	4.727455	4.7267	0.0007	8.75	1"	2.70	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y'-Y''	30	0.7	4.70	4.727455	4.7274	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y''-17	30	4	4.00	4.727425	4.7267	0.0007	8.75	1"	2.70	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y-Z	60	7.5	7.50	4.72777	4.7276	0.0002	12.37	2"	1.39	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z-18	30	4.2	4.20	4.727599	4.7269	0.0007	8.75	1"	2.70	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z-Z'	30	0.7	4.70	4.727599	4.7276	0.0000	8.75	2"	0.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z'-19	30	4	4.00	4.727569	4.7269	0.0007	8.75	1"	2.70	Tubería de Acero SCH40	Soldada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19: Planilla de cálculo de tuberías a 1 bar de la Red Interna.

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	580	4.5	9.18	1	0.9944	0.0056	65.10	3"	17.50	Tubería de Acero SCH40	Soldada
B-C	580	23.8	32.12	0.994445	0.9675	0.0269	65.19	90	20.24	Tubería de Polietileno SDR11	Electrofundición
C-D	580	30.4	30.40	0.967503	0.9487	0.0188	65.64	3"	17.91	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-D'	90	0.4	0.40	0.948733	0.9487	0.0000	25.98	3"	2.78	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D'-E	90	2.2	14.01	0.948724	0.9468	0.0020	25.98	2"	6.13	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-E'	68	1.7	1.70	0.946759	0.9466	0.0001	22.59	2"	4.63	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E'-3	20	0.2	0.20	0.946616	0.9466	0.0000	12.25	2"	1.36	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E'-F	48	9.2	9.20	0.946616	0.9462	0.0004	18.98	2"	3.27	Tubería de Acero SCH40	Soldada
F-1	28	4.3	4.30	0.946205	0.9461	0.0001	14.50	2"	1.91	Tubería de Acero SCH40	Soldada
F-G	20	7.64	7.64	0.946205	0.9461	0.0001	12.25	2"	1.36	Tubería de Acero SCH40	Soldada
G-2	20	4.5	4.50	0.946135	0.9461	0.0000	12.25	2"	1.36	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-H	22	19.8	19.80	0.946759	0.9465	0.0002	12.85	2"	1.50	Tubería de Acero SCH40	Soldada
H-I	22	2.2	2.20	0.946545	0.9465	0.0000	12.85	2"	1.50	Tubería de Acero SCH40	Soldada
I-4	11	2.5	2.50	0.946521	0.9465	0.0000	9.09	2"	0.75	Tubería de Acero SCH40	Soldada
I-5	11	20.5	20.50	0.946521	0.9465	0.0001	9.09	2"	0.75	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-D''	490	8.3	15.94	0.948733	0.9414	0.0073	60.62	3"	15.18	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D''-J	490	51.6	60.84	0.941444	0.7444	0.1970	60.73	2"	20.23	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J-J'	20	1	1.00	0.744414	0.7444	0.0000	12.94	2"	1.52	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J'-20	20	0.5	0.50	0.744404	0.7443	0.0001	12.94	1"	5.90	Tubería de Acero SCH40	Soldada
J-K	470	101.6	127.85	0.744414	0.2761	0.4683	62.75	2"	22.82	Tubería de Acero SCH40	Soldada
K-21	20	0.2	0.20	0.276065	0.2761	0.0000	15.13	2"	2.08	Tubería de Acero SCH40	Soldada
K-L	450	8.5	60.95	0.276065	0.0026	0.2734	71.79	2"	23.49	Tubería de Acero SCH40	Soldada
L-22	30	0.2	0.20	0.002638	0.0026	0.0000	20.91	2"	3.97	Tubería de Acero SCH40	Soldada
L-M	420	113.2	113.20	0.002638	0.0763	0.0790	78.24	2"	22.36	Tubería de Acero SCH40	Soldada
M-N	120	10.5	10.50	0.076332	0.0816	0.0053	43.57	2"	17.32	Tubería de Acero SCH40	Soldada
N-P	60	11	11.00	-0.08159	0.0832	0.0016	30.90	2"	8.67	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P-6	30	4.5	4.50	0.083154	0.0879	0.0048	21.87	1"	16.93	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P-P'	30	0.7	4.40	0.083154	0.0833	0.0002	21.87	2"	4.34	Tubería de Acero SCH40	Soldada
P'-7	30	4.1	4.10	0.083332	0.0877	0.0044	21.87	1"	16.92	Tubería de Acero SCH40	Soldada
N-O	60	6	6.00	0.081589	0.0824	0.0009	30.90	2"	8.67	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O-8	30	4.5	4.50	0.082442	0.0872	0.0048	21.86	1"	16.91	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O-O'	30	0.7	4.40	0.082442	0.0826	0.0002	21.86	2"	4.33	Tubería de Acero SCH40	Soldada
O'-9	30	4	4.50	0.08262	0.0874	0.0048	21.86	1"	16.92	Tubería de Acero SCH40	Soldada
M-Q	300	9.55	9.55	0.076332	0.0801	0.0038	68.89	2"	19.62	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Q-10	30	4.5	4.50	0.080105	0.0849	0.0048	21.83	1"	16.87	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Q-R	270	5	5.00	0.080105	0.0817	0.0016	65.49	2"	17.69	Tubería de Acero SCH40	Soldada
R-S	60	2	2.00	0.081741	0.0820	0.0003	30.90	2"	8.66	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S-11	30	4.5	4.50	0.082026	0.0868	0.0048	21.85	1"	16.91	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S-S'	30	0.7	4.70	0.082026	0.0822	0.0002	21.85	2"	4.33	Tubería de Acero SCH40	Soldada
S'-12	30	4.2	4.20	0.082215	0.0867	0.0045	21.86	1"	16.90	Tubería de Acero SCH40	Soldada
R-T	190	7.2	7.20	0.081741	0.0853	0.0035	54.99	2"	19.30	Tubería de Acero SCH40	Soldada
T-U	60	2	2.00	0.085291	0.0856	0.0003	30.96	2"	8.70	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U-13	30	4.3	4.30	0.085577	0.0902	0.0046	21.90	1"	16.97	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U-U'	30	0.7	4.70	0.085577	0.0858	0.0002	21.90	2"	4.35	Tubería de Acero SCH40	Soldada
U'-14	30	4	4.00	0.085767	0.0900	0.0043	21.90	1"	16.97	Tubería de Acero SCH40	Soldada
T-W	150	0.2	4.88	0.085291	0.0822	0.0031	44.94	2"	18.37	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W-W'	30	5.2	13.52	0.082177	0.0817	0.0005	20.13	2"	3.68	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W'-15	30	4	4.00	0.081715	0.0781	0.0036	20.13	1"	14.32	Tubería de Acero SCH40	Soldada
W-Y	120	24.5	24.50	0.082177	0.0717	0.0105	40.26	2"	14.84	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y-Y'	60	2	13.81	0.071687	0.0700	0.0017	28.60	2"	7.43	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y'-16	30	4.2	4.20	0.070002	0.0662	0.0038	20.24	1"	14.48	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y'-Y''	30	0.7	4.70	0.070002	0.0698	0.0002	20.24	2"	3.72	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y''-17	30	4	4.00	0.06984	0.0662	0.0036	20.24	1"	14.48	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Y-Z	60	7.5	7.50	0.071687	0.0708	0.0009	28.60	2"	7.43	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z-18	30	4.2	4.20	0.070773	0.0670	0.0038	20.23	1"	14.47	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z-Z'	30	0.7	4.70	0.070773	0.0706	0.0002	20.23	2"	3.71	Tubería de Acero SCH40	Soldada
Z'-19	30	4	4.00	0.07061	0.0670	0.0036	20.24	1"	14.47	Tubería de Acero SCH40	Soldada

Fuente: Elaboración Propia.

Etapa 3: Construcción e implementación

➤ Instalación de EFMP.

La etapa de construcción se inició con las obras civiles: Romper la pared del perímetro, dados para el armado de zapatas de columnas, armado de vigas peraltadas, asentado de ladrillos, techado de la caseta, vaciado y pulido de piso losa, Tarrajeo interior y exterior, Pintado de la caseta con pintura látex.

Trabajos Mecánicos: Fabricación de soporterías para el fijamiento del skid de tuberías de Ø 3". La tubería parte de la AIE (Accesorio de Ingreso a la Estación) que une la red externa con la red interna que alimentará con Gas Natural a toda la industria, pasa por un bypass de filtros uno estará con la válvula abierta y la otra cerrada esto con la finalidad de que si se quiere hacer un mantenimiento no haiga interrupción al consumo de los equipos, siguiendo el recorrido se tendrá otro Bypass, uno que es una línea directa y otra que cuenta con un medidor y su unidad correctora (A este equipo solo personal de Calidda tiene permitido realizar algún tipo de cambio o mantenimiento), en la parte final de estos se encuentra la tubería de la Red Interna de Gas natural, tal como se muestra en los planos adjuntos.

Figura 3.8: *Trabajos civiles - Caseta de la Estación de Filtración Primaria*
EFMP.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.9: *Instalación de puerta batiente - Estación de Filtración Primaria*
EFMP.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.10: *Instalación de soporte y skid de tuberías - Estación de Filtración*

Primaria EFMP.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.11: *Habilitación de la red de GN - Estación de Filtración Primaria*

EFMP.



Fuente: Elaboración Propia.

- Instalación de Redes: tubería HDPE para tramos enterrados y tubería de ACERO visibles.

Figura 3.12: *Excavación de zanja para la instalación de tubería HDPE - 1.*



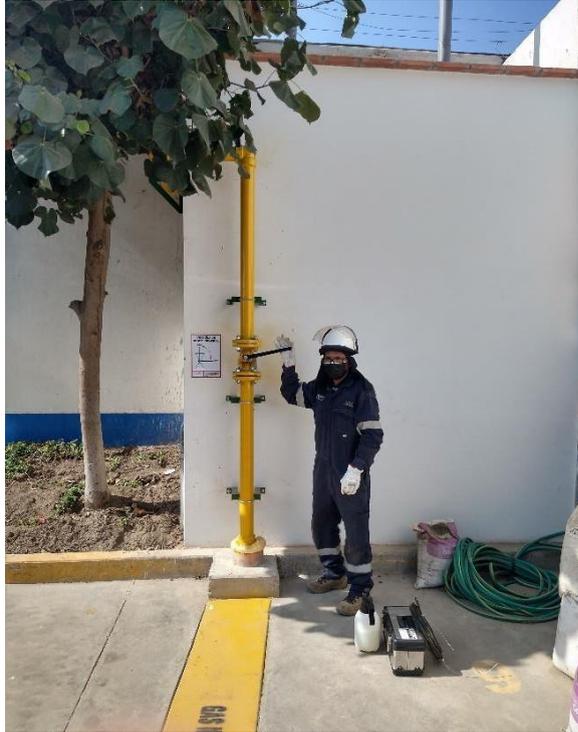
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.13: *Excavación de zanja para la instalación de tubería HDPE - 2.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.14: *Red Interna de GN saliente de la EFMP.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.15: *Tubería de GN enterrada señalizada.*



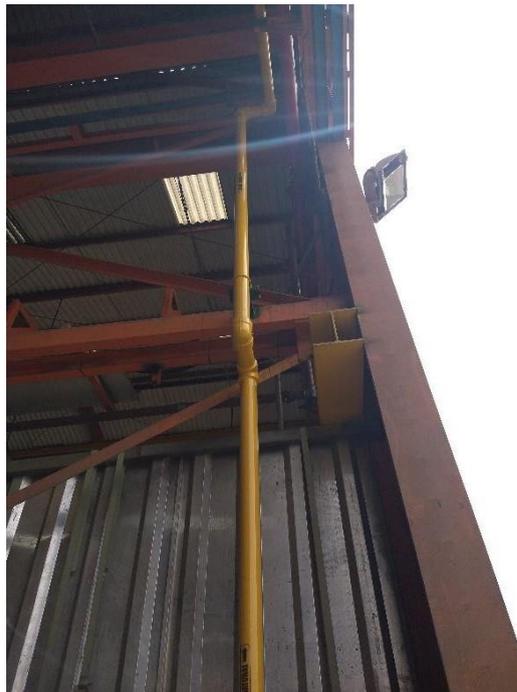
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.16: *Red Interna de GN que ingresa a la nave de Modapower-1.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.17: *Red Interna de GN que recorre columna metálica y tijera.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.18: Red Interna de GN que recorre tijeral y vigas de amarre.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.19: Red Interna de GN a línea de horneado Sifap - 1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.20: Red Interna de GN a línea de horneado Sifap - 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.21: Red Interna de GN que sale de la nave Modapower.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.22: *Red Interna de GN recorrido por el perímetro predial.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.23: *Red Interna de GN Estación de medición secundario Modabus.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.24: Red Interna de GN recorrido por el área de maestranza.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.25: Red Interna de GN recorrido por el área de corte buses.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.26: *Red Interna de GN Ingreso a los hornos de pintura liquida*

Modabus.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.27: *Red Interna de GN recorrido por los hornos de pintura liquida*

Modabus.



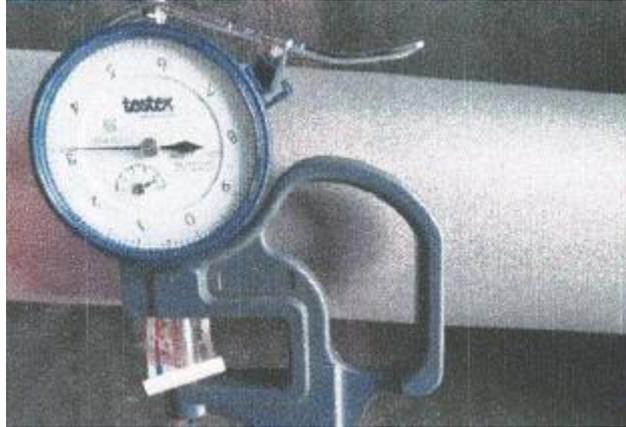
Fuente: Elaboración Propia.

Preparación superficial y sistema de pintado (tricapa)

Actividad que consiste en remover la superficie metálica de manera eficiente y rápida con un chorro continuo de arena, escoria o perdigón, proceso que generalmente se aplica en el caso de superficies nuevas.

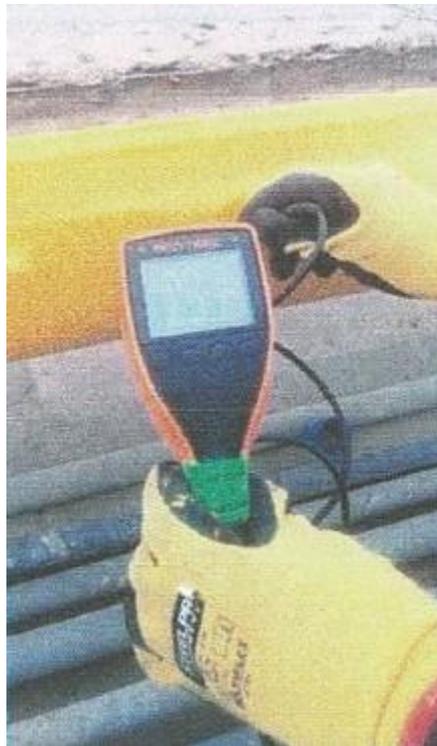
- **Especificación SSPC-SP1** Limpieza con solventes: Se basa en la acción de los solventes, emulsiones o compuestos para lograr la limpieza. Se usa para remover grasa, polvo y otras materias contaminantes. Se realizaron los trabajos bajo los procedimientos que indican las normas.
- **Especificación SSPC-SP5** Limpieza a metal blanco con chorro a presión: Eliminación de escamas de laminación, herrumbre de oxidación, pintura o materia extraña por medio de chorro de arena o granalla hasta obtener una superficie metálica de color uniforme blanco grisáceo.
- **Especificación SSPC-SP10** Limpieza con chorro de abrasivo grado cercano a Blanco: Eliminación de óxido, escama de laminación, pintura y materiales mediante abrasivos a presión, logrando el grado de superficie cercano a blanco. Personal operativo: Personal destacado por el Contratista para realizar funciones generales. Pueden ser operarios, oficiales, ayudantes, etc.

Figura 3.28: *Medición de la rugosidad de tuberías.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.29: *Medición de los mills después del pintado de las tuberías.*



Fuente: Elaboración Propia.

Trabajos de soldadura e inspección visual:

Se realizó los trabajos de soldadura bajo los procedimientos que indican las normas.

Ensayo no destructivo como mínimo al 10% aprobado

Se realizaron los trabajos con una empresa certificadora.

a) Líquidos penetrantes a la red interna.

Figura 3.30: Prueba de tintes penetrantes a las uniones soldadas - 1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.31: Prueba de tintes penetrantes a las uniones soldadas - 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Registro de torque

Se realizaron las pruebas de torque bajo los procedimientos que indican las normas.

Figura 3.32: *Ajuste con torquimetro de todas las uniones entre bridas*



Fuente: Elaboración Propia.

- Instalación de ERS con llegada a los quemadores.

Se realizó la instalación mecánica de los 19 puntos de la estación de regulación secundaria que tiene los siguientes componentes:

Tabla 20: Lista de materiales ERS'S.

LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	CANT.	DESIGNACION	ESPECIFICACION TECNICA
1	01	Tubería A.C., Sch-40 $\phi 1"$	ASTM A53 GrB, ASTM A106
2	01	Tubing $\phi 1/4"$	ASTM A269 , A213
3	02	Union universal $\phi 1"$ NPT S-150	ASTM A 105 , ANSI B 16.11
4	01	Filtro tipo "Y" $\phi 1"$ NPT S-150	ASTM A216, API 6D
5	01	Válvula Esférica roscada $\phi 1"$ NPT 1000 PSI-WOG Marca: SUN	ASTM A 216 WCB
6	02	Coopla roscado de $\phi 1/4"$ NPT S-150	ASTM A 105 , ANSI B 16.11
7	02	Válvula Integral de Bloqueo y purga con conex. $1/4"$ NPT S-6000 marca ABAC	AC. ZINCADO
8	01	Manometro estatico $\phi 2 1/2"$ con conex. a $1/4"$ NPT rango 0-6 bar bar Clase 1 NUOVAFIMA	AISI 304
9	01	Manometro estatico $\phi 2 1/2"$ con conex. a $1/4"$ NPT rango 0-160 mbar Clase 1 NUOVAFIMA	AISI 304
10	01	Regulador de presion $\phi 3/4"$ modelo EQA 722 SERIE: 5448 Pe: 1-5bar, Ps; 35mbar Q: 30 Sm ³ /h	ASTM A 234Gr.
11	02	Reducción roscado $\phi 1"x\phi 3/4"$ NPT S-150	ASTM A 105 , ANSI B 16.11
12	01	Enterosca $\phi 1/4"$ NPT S-150	ASTM A 105 , ANSI B 16.11
13	01	Reducción roscado $\phi 1"x\phi 1/4"$ NPT S-150	ASTM A 105 , ANSI B 16.11

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.33: Instalación de ERS'S en hornos de pintura liquida Modabus - 1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.34: *Instalación de ERS'S en hornos de pintura líquida Modabus - 2.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.35: *Instalación de ERS'S en hornos de pintura líquida Modabus - 3.*



Fuente: Elaboración Propia.

Etapas 4: Puesta en marcha

- Prueba de hermeticidad de todas las redes.

Se realizó la prueba de hermeticidad, en presencia de la certificadora validada en su constancia de pruebas y toma de datos.

Figura 3.36: *Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 1.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.37: *Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 2.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.38: Prueba de hermeticidad en presencia de OSINERGMIN - 3.



Fuente: Elaboración Propia.

- Puesta en marcha de los equipos.

Antes de la puesta en marcha de los equipos, una vez realizado y aprobada la hermeticidad de la línea se sigue el procedimiento adjunto para la habilitación:

Tabla 21: Procedimiento habilitación de la red interna de GN.

N°	Descripción	Conf.
Procedimientos previos		
1	Verificar que esté cerrada la válvula de bloqueo general de corte.	✓
2	Verificar que esté cerrada la (01) válvula de bloqueo de sectorización.	✓
3	Verificar que estén cerrados las válvulas de bloqueo de los puntos de consumo.	✓
4	Asimismo se debe verificar los extintores instalados de acuerdo al Plan de Contingencias.	✓
5	Colocar letreros que indiquen la prohibición de personas ajenas al trajo.	✓

Habilitación de Gas Natural.		
6	Para habilitar el Gas Natural, se deberá contar por lo menos con un responsable de la Compañía MOTORES DIESEL ANDINOS S.A. , uno que se encuentre en el EFM y otro en los puntos que se vayan purgando.	✓
7	La Habilitación del EFM estará a cargo de la Empresa Distribuidora Calidda.	✓
8	<p>Se irá purgando punto por punto el aire de la tubería en el siguiente orden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir la primera válvula de corte general, a la salida de la estación de regulación y medición. • Abrir las válvulas de sectorización en la secuencia del sentido de flujo de gas. • Abrir la válvula de corte de los equipos de combustión. • Abrir la válvula de purga que se hará a través de la válvula de integral donde se ubica el manómetro, hasta que salga 100% Gas Natural, posteriormente cerrarla. <p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el punto de purga se conectará una manguera para orientar el flujo de gas y/o aire hacia una zona segura con adecuada ventilación. La manguera será adecuada para alta presión y de uso industrial. • La medición del contenido de gas natural en el aire se realizara a través de un explosímetro de ser necesario. 	✓
9	Terminada la purga se procederá a la habilitación del equipo de combustión, verificando el buen funcionamiento del mismo según la demanda de fuego.	✓

Fuente: Elaboración Propia.

RECOMENDACIONES:

Si se tiene cualquier emergencia se deberá comunicar al responsable del EFM y/o el punto de purga para que proceda a cerrar ambas válvulas. En los puntos de habilitación siempre se deberá contar con un Extintor portátil de polvo químico seco como medida de seguridad. Cualquier cambio en este procedimiento deberá ser acordado con CALIDDA antes de realizar la habilitación, y será escrito en este documento (a mano haciendo referencia al paso a cambiarse, y tachando con un aspa el paso cambiado).

Figura 3.39: *Puesta en marcha y graduación de los quemadores.*



Fuente: Elaboración Propia.

3.2 Evaluación Técnico – Económico

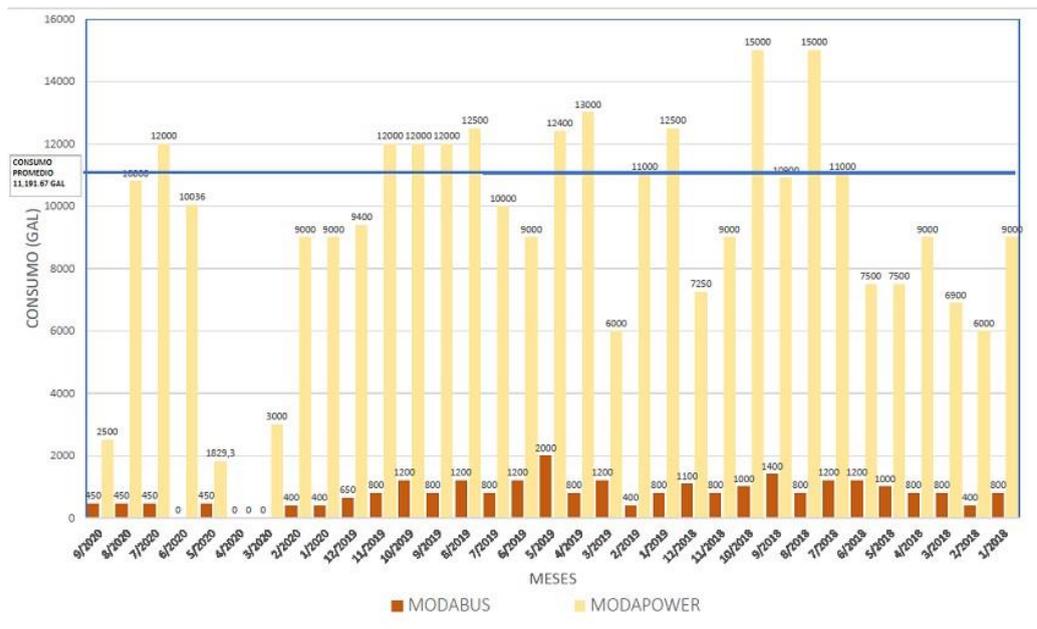
Estudio de todos los gastos realizados hasta setiembre del 2020.

Tabla 22: Histórico de *Consumos de GLP – MODASA.*

	CONSUMO DE GLP MODASA 2018			CONSUMO DE GLP MODASA 2019			CONSUMO DE GLP MODASA HASTA SEPT - 2020		
	CONSUMO GLP (GAL)	GASTO TOTAL (S/.)	%	CONSUMO GLP (GAL)	GASTO TOTAL (S/.)	%	CONSUMO GLP (GAL)	GASTO TOTAL (S/.)	%
CONSUMO DE GLP MODABUS	11.300,00	70.419,00	9,01	11.450,00	60.455,00	7,99	2.600,00	14.566,50	4,28
CONSUMO DE GLP MODAPOWER	114.050,00	709.620,50	90,99	131.800,00	695.250,00	92,01	58.165,30	322.436,61	95,72
TOTAL	125.350,00	780.039,50	100,00	143.250,00	755.705,00	100,00	60.765,30	337.003,11	100,00

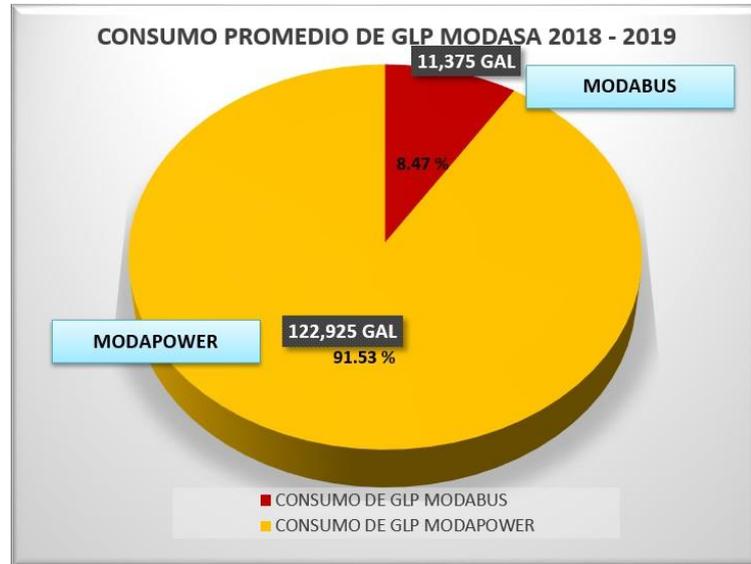
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.40: Grafico columna del Histórico de Consumos de GLP – MODASA.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.41: Grafico circular del Consumos Promedio de GLP – MODASA.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23: Ahorro económico al realizar el cambio de GLP a GN – MODASA.

GLP			CAMBIO DE GLP A GN (FACTOR DE CONVERSION 2.42)	GN		
DESCRIPCION	Cant.	Unid.		DESCRIPCION	Cant.	Unid.
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL	11.191,67	GAL		CONSUMO GN EQUIVALENTE PROMEDIO MENSUAL	27.083,83	m3
GASTO / CONSUMO PROMEDIO	5,75	S. /GALXMES		GASTO / CONSUMO PROMEDIO	1,00	S. /m3
GASTO PROMEDIO MENSUAL GLP	64.342,68	S. / MES	GASTO MENSUAL DEL CONSUMO DE GN	27.083,83	S.	

DIFERENCIA ENTRE GASTOS MENSUALES	S/37.258,85
--	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Análisis de resultados

De acuerdo con los estudios realizados, se ha podido determinar que, el monto total de inversión para el proyecto asciende a la suma de S/. 458,383.79 + IGV, al tercerizar este servicio con Calidda nos da la opción de un plan de financiamiento por 12 cuotas mensuales de S/. 40,595.42 a una tasa de interés efectiva anual de 12% +IGV, el pago total será de S/. 487,144.98 + IGV optamos por esta, debido a los beneficios que brinda: El cobro por el servicio de instalación se realizara luego de la implementación de la nueva matriz energética de GN, Facilidades para la aprobación de la documentación PIG1, PIG2, Certificados, Habilitación, etc.

Tabla 24: Proyecto instalación de GN – MODASA 2020 – Financiado a 12 meses.

PROYECTO INSTALACION DE GN - MODASA 2020 - FINANCIADO A 12 MESES														
CALIDAD		JUNIO				2018-2019		2021						
Costo de Proyecto (Sin IGV) SI SE PAGA AL CONTADO		5/458.383,79				GLP		S/						
Financiamiento Red Interna y Acometida Pago fraccionado en 12 meses		5/40.595,42				COSTO UNITARIO		5,75						
						CONSUMO ANUAL (GAL)		134.900,00						
						COSTO ANUAL		772.112,15						
						CONSUMO ANUAL (m3)		325.006,00						
						COSTO ANUAL		325.006,00						

	ETAPA DE INGENIERIA, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS (AIE, ERM, RED INTERNA)						PARA UN FINANCIAMIENTO DE 12 MESES.					CONCLUIDO EL PAGO DEL FINANCIAMIENTO		
	1° Mes NOVIEMBRE 2020	2° Mes DICIEMBRE 2020	3° Mes ENERO 2021	4° Mes FEBRERO 2021	5° Mes MARZO 2021	6° Mes ABRIL 2021	1° Mes MAYO 2021	2° Mes JUNIO 2021	3° Mes JULIO 2021	12° Mes ABRIL 2022	1° Mes MAYO 2022	2° Mes JUNIO 2022	3° Mes JULIO 2022	
PLANES DE FINANCIAMIENTO	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/40.595,42	5/40.595,42	5/40.595,42	5/40.595,42	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PAGO CONSUMO PROMEDIO GLP	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PAGO POR RED EXTERNA GN	5/11.520,46	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PRECIO DEL CONSUMO PROMEDIO GN	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/27.083,83	5/27.083,83	5/27.083,83	5/27.083,83	5/28.438,03	5/28.438,03	5/28.438,03	
PAGO TOTAL A PAGAR	5/75.863,14	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/67.679,25	5/67.679,25	5/67.679,25	5/67.679,25	5/28.438,03	5/28.438,03	5/28.438,03	

Σ Pago total de 1 año de servicio Instalado	5/1.209.727,58
--	-----------------------

Ventajas - El cobro por el servicio de instalacion se hara una ves habilitada la red, no se pagara nada durante los 5 meses, - Facilidades para la aprobacion de documentacion de habilitado de la red de GN	Desventaja - Contrato con el estado
---	---

	ETAPA DE INGENIERIA, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS (AIE, ERM, RED INTERNA)						1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO	4° AÑO	5° AÑO	TOTAL
	1° Mes NOVIEMBRE 2020	2° Mes DICIEMBRE 2020	3° Mes ENERO 2021	4° Mes FEBRERO 2021	5° Mes MARZO 2021	6° Mes ABRIL 2021	MAYO 2021 - 2022	MAYO 2022 - 2023	MAYO 2023 - 2024	MAYO 2024 - 2025	MAYO 2025 - 2026	
PLANES DE FINANCIAMIENTO	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/487.145,04	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PAGO CONSUMO PROMEDIO GLP	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/386.056,08	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PAGO POR RED EXTERNA GN	5/11.520,46	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/11.520,46	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	
PRECIO DEL CONSUMO PROMEDIO GN	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/0,00	5/325.006,00	5/341.256,30	5/341.256,30	5/341.256,30	5/341.256,30	
PAGO TOTAL A PAGAR(EGRESO / NEGATIVO)	5/75.863,14	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/64.342,68	5/1.209.727,58	5/341.256,30	5/341.256,30	5/341.256,30	5/341.256,30	
CONSIDERANDO EL PAGO DEL GLP (INGRESO / POSITIVO)	5/65.591,29	5/65.591,29	5/65.591,29	5/65.591,29	5/65.591,29	5/65.591,29	5/787.095,50	5/826.450,28	5/867.772,79	5/911.161,43	5/956.719,50	
AHORRO O EXCEPTUACION DE PAGO (INGRESO-EGRESOS)							-5/422.632,08	5/485.193,97	5/526.516,49	5/569.905,13	5/615.463,20	
INVERSION INICIAL	5/0,00											
TASA (Anual)	12,00%											

CONSIDERANDO EL PROYECTO EN UN LAPSO DE 5 AÑOS			
VAN	5/1.095.622,99		
TIR (Anual)	115,90%		
PAYBACK (Anual)	1,0795	PAYBACK (Meses)	13,0000

Usando Formulas

* PARA JUNIO DEL 2022 TODO ESTARIA PAGADO

Fuente: Elaboración Propia.

- **Valor actual neto (VAN)**

El Valor Actual Neto es un indicador que mide la inversión, el cual, es usado para determinar el valor de los pagos y los cobros futuros, de manera que puedas realizar una comparativa con los distintos periodos y las diferentes oportunidades de inversión.

En ese sentido, el proyecto considerado en un lapso de 5 años determinar la viabilidad de la inversión ascendente a la suma de S/. 1,095,622.99.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La Tasa Interna de Retorno o TIR nos permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión.

Para nuestro proyecto de inversión, la TIR es de 115.90%.

- **Payback**

El Payback o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones.

De acuerdo con los montos obtenidos, ha podido determinar que el periodo de recuperación de inversión es de 1.0795. Es decir, trece meses aproximadamente.

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En el estudio del desarrollo del taller de suficiencia profesional se demuestra que el cambio de la matriz energética actual a los quemadores, mejora el costo en el área de hornos de pintura de las unidades de negocio Modabus y Modapower, ya que el gas natural que es una fuente de energía más barata y limpia, al realizar el cambio de reduce el costo en un 65 % beneficiándose la empresa, tanto en la parte económica como en la mejora del medio ambiente, porque también se reduce la emisión de CO₂. Cumpliendo la Norma técnica peruana NTP 111.010-2003(Revisada el 2019). Gas Natural Seco.” Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales” –Numerales:5,6,7,8,9,10,12.5,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22. y Resolución N° 099-2016-OS/CD. “Procedimiento para la habilitación de suministro de instalaciones internas de gas Natural” – Titulo III, Capitulo OO, Art.13 (Num.13.1 excepto requisitos “ll”,” m”,” p” y “q”) y art. 14.

4.2 Conclusión

- Se logró la implementación de la matriz energética en la instalación Interna de GN en los quemadores de las áreas de horneado de pintura para la planta industrial Modasa Lurín – LIMA.
- Se recolecto toda la información necesaria del consumo de los 19 quemadores ubicados en las áreas de horneado de pintura.
- Se envió toda la documentación solicitada por Calidda, aprobando nuestra solicitud de factibilidad de suministro por un consumo de

580.00 Sm³/h (Limitado por el Medidor).

- Se dimensiono y selecciono los componentes de la Estación de Filtración y Medición Primaria (EFMP) y la red interna de acuerdo a los datos de consumo de los quemadores.
- Se realizó un cronograma de trabajo en el cual se respetaron los plazos de entrega de cada una de las etapas.
- Se ejecutó y supervisó todo el tiempo los procesos de soldadura, ensayos no destructivos, preparación superficial, medición de la rugosidad y pintado de tuberías cumpliendo con todos los requerimientos según la NTP 111.010-2003 (Revisada el 2019). La prueba de hermeticidad fue acorde a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 111.010-2003 (revisada el 2019) (Ítem 20).
- La instalación interna industrial para Gas Natural de la empresa MODASA cumple con los requerimientos y se asegura la acreditación de la red interna por parte de la empresa certificadora y el ente fiscalizador OSINERGMIN para su operación y funcionamiento.
- El tiempo de recuperación de la inversión por la implementación de la matriz energética en la instalación interna de GN será de 13 meses, A partir de julio del 2022 se generará un ahorro de S/37,258.85 mensuales lo que generaría una mayor ganancia en costos directos.

V. RECOMENDACIONES

- Es un compromiso como ingeniero mecánico el dar a conocer el uso y manejo de este hidrocarburo GN y cualquier nueva propuesta de energéticos que reduzcan costos, que mejore tanto las condiciones de vida, como las condiciones de procesos industriales, comerciales y domésticos; y tratando de eliminar o reducir los contaminantes al medio ambiente.
- Se recomienda realizar un mantenimiento eléctrico y mecánico anual de todas las instalaciones de la estación de servicio de gas natural.
- Se recomienda renovar midiendo el tiempo de validez de los extintores para mitigar en caso surgiera un incendio.

VI. BIBLIOGRAFIA

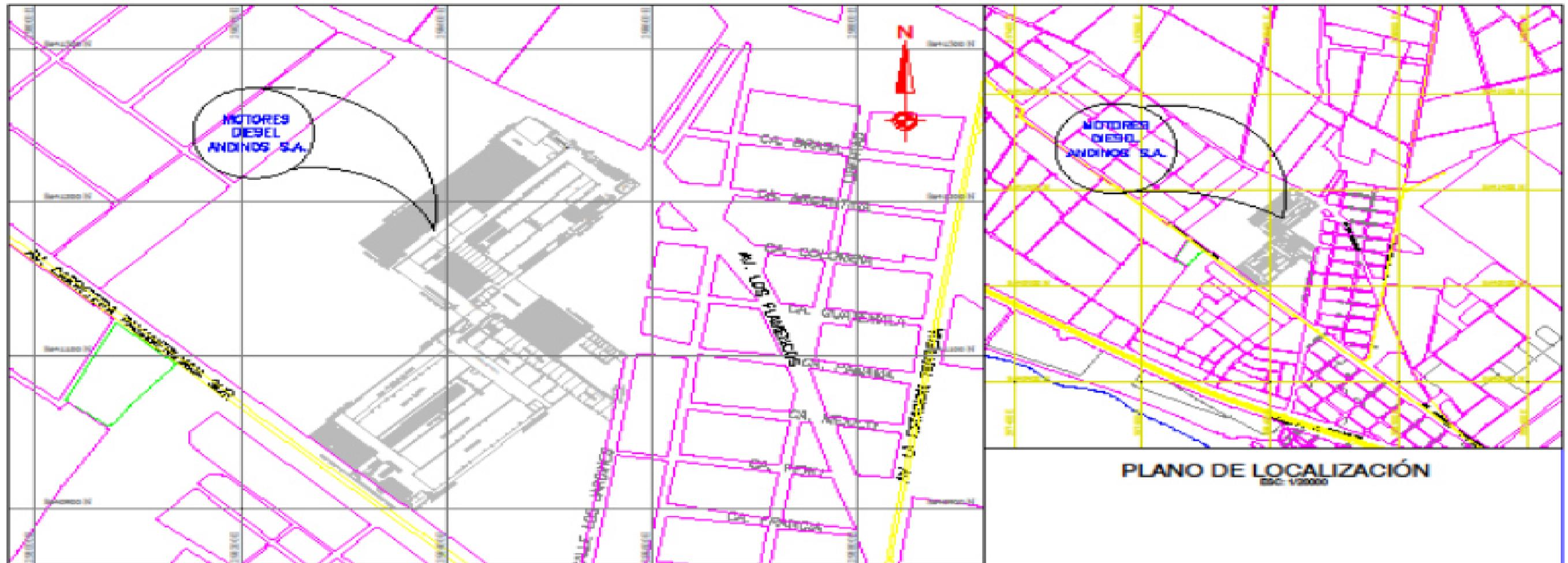
- Chávez Ñahuinripa, 2005, "Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil", Lima - Perú.
- Osinergmin, 2014, "Masificación del gas natural en el Perú, Hoja de ruta para acelerar su desarrollo", Lima – Perú.
- Osinergmin, 2014, "La industrial del Gas Natural en el Perú, A diez años del proyecto Camisea", Lima – Perú.
- Osinerming, 2015, "El gas natural y sus diferencias con el GLP", Lima - Perú.
- Ministerio de Energía y Minas, 2012, "Ventajas del uso del gas natural en la industria", Lima, Perú.

- Ministerio de Energía y Minas, 2014, “Usos y Ventajas del Gas Natural en el Sector Residencial – Comercial, Dirección General de Hidrocarburos”, Lima – Perú.
- <https://www.calidda.com.pe/gas-natural/como-se-distribuye-el-gas-natural>
- http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/ciudadania/normatividad_distribucion_red.html
- https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ITS-Campoy-28_05_19%20actualizado.pdf
- <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/SeguridadcomercializacionGNVGNC.pdf>
- www.certificadoenergeticodevivienda.com

PLANOS

Plano 1: <i>Ubicación y localización</i>	124
Plano 2: <i>Layout red interna de gas natural</i>	125
Plano 3: <i>Isométrico red interna de gas natural – 1</i>	126
Plano 4: <i>Isométrico red interna de gas natural – 2</i>	127
Plano 5: <i>Caseta EFMP</i>	128
Plano 6: <i>Isométrico de la estación de filtración y medición primaria</i>	129
Plano 7: <i>Filtro 1 – Ø 3” – SERIE 150</i>	130
Plano 8: <i>Filtro 2 – Ø 3” – SERIE 150</i>	131

Plano 1: Ubicación y localización.

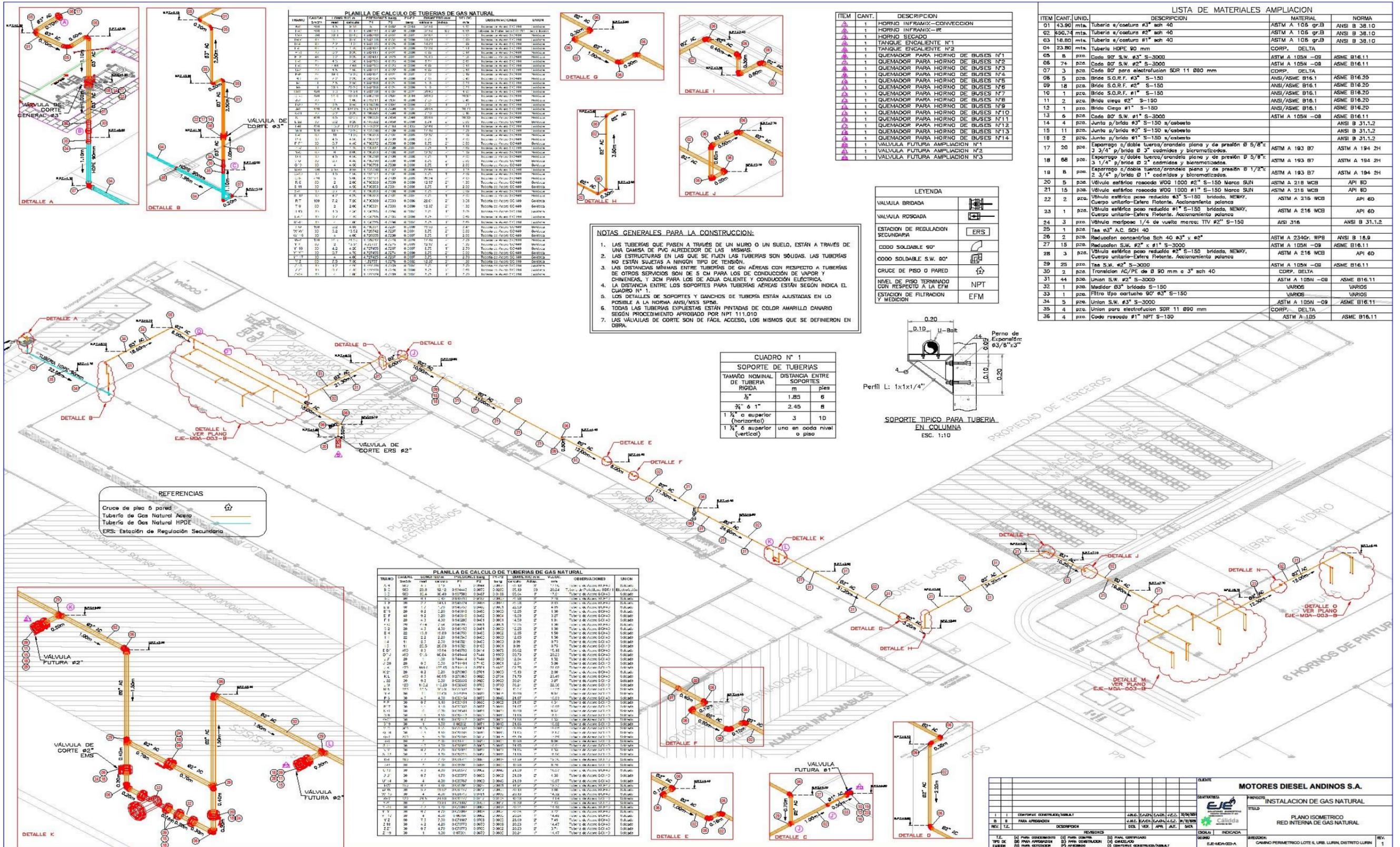


PLANO DE UBICACIÓN
ESC: 1:5000

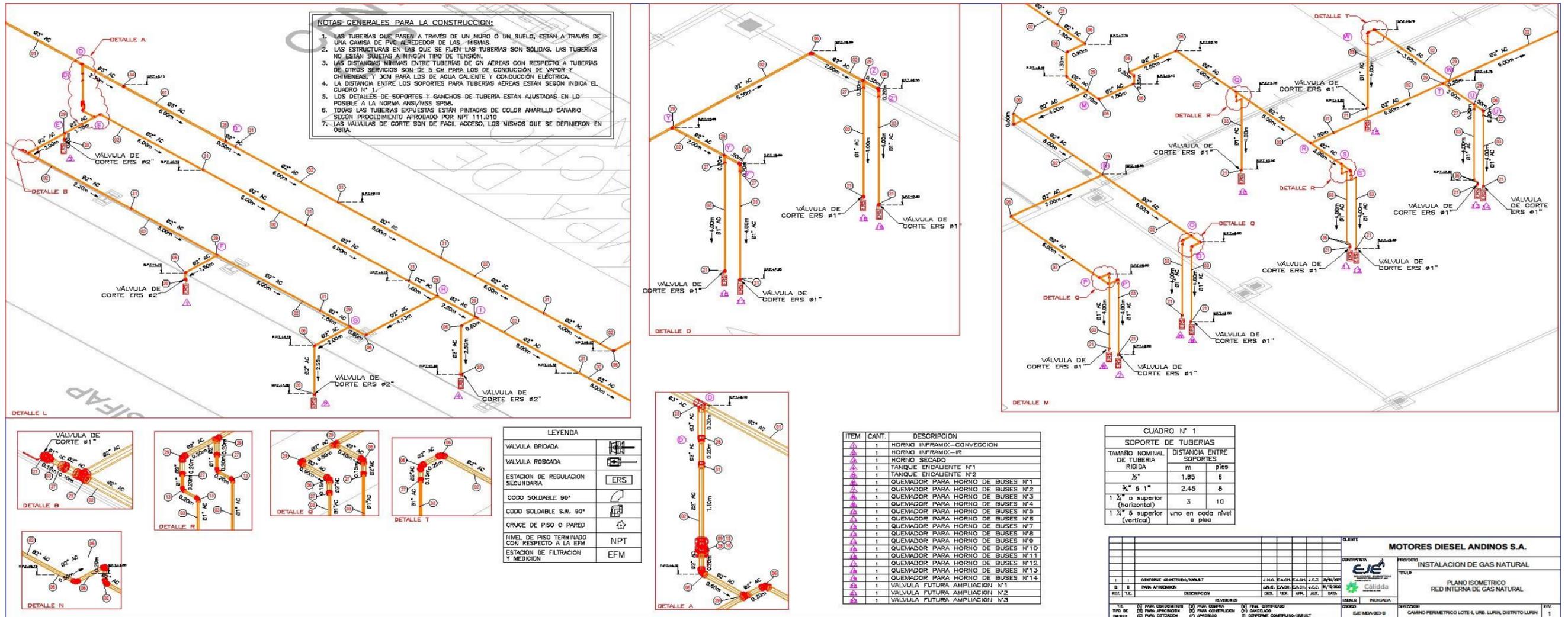
PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESC: 1:20000

										CLIENTE		MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.	
										CONTRATISTA		PROYECTO	
												INSTALACION DE GAS NATURAL	
												TITULO	
												PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION	
1	1	CONFORME CONSTRUIDO/RESULT			J.M.C.	E.A.H.	E.A.H.	J.E.S.	26/11/2023	ESCALA:		INDICADA	
2	2	PARA APROBACION			J.M.C.	E.A.H.	E.A.H.	J.E.S.	25/12/2023	CODIGO		DIRECCION:	
REV.	T.E.	DESCRIPCION			DES.	VER.	APR.	AUT.	DATA	EJE-MDA-001		CAMINO PERIMETRICO LOTE 5, URB. LURIN, DISTRITO LURIN	
REVISIONES													
T.E.	(A)	PARA DISEÑO	(B)	PARA CONFORME	(C)	PARA CERTIFICADO	(D)	PARA CANCELADO	(E)	CONFORME CONSTRUIDO/RESULT			REV.
TIPO DE ERROR	(B)	PARA APROBACION	(E)	PARA CONSTRUCCION	(H)	CANCELADO	(I)	CONFORME CONSTRUIDO/RESULT	(J)				1
	(C)	PARA DITACION	(F)	APROBADO									

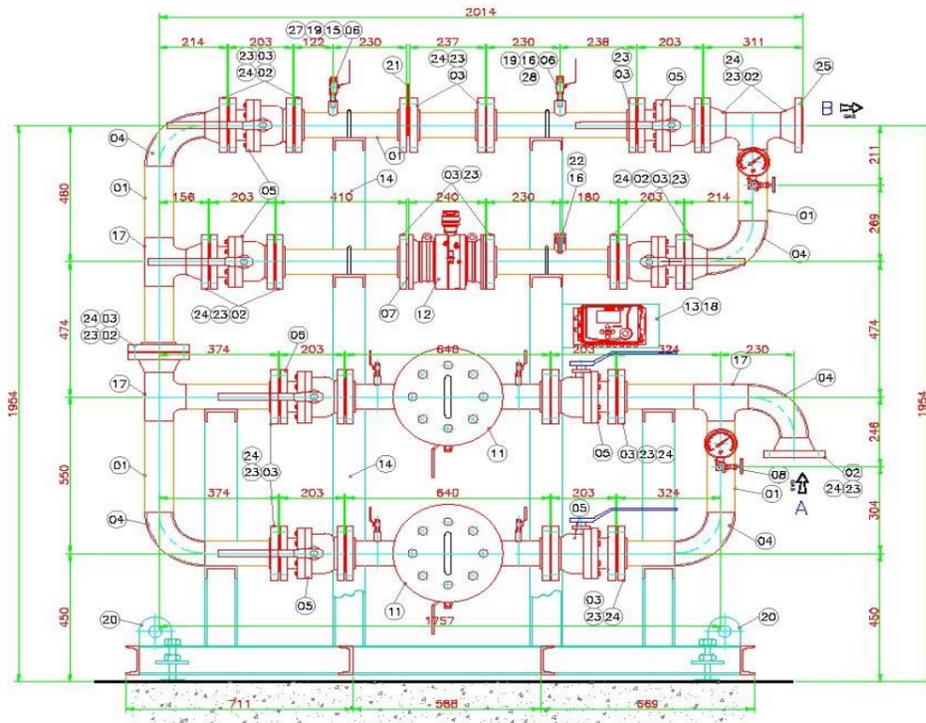
Plano 3: Isométrico red interna de gas natural – 1.



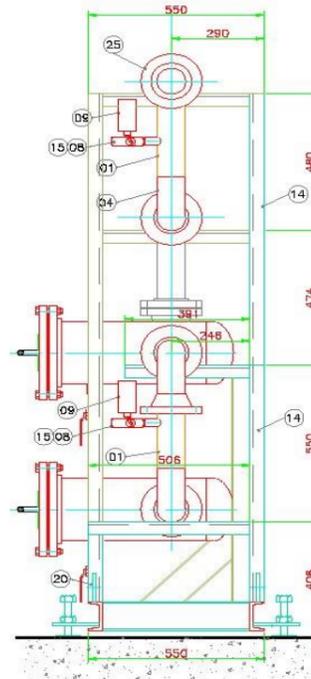
Plano 4: Isométrico red interna de gas natural – 2.



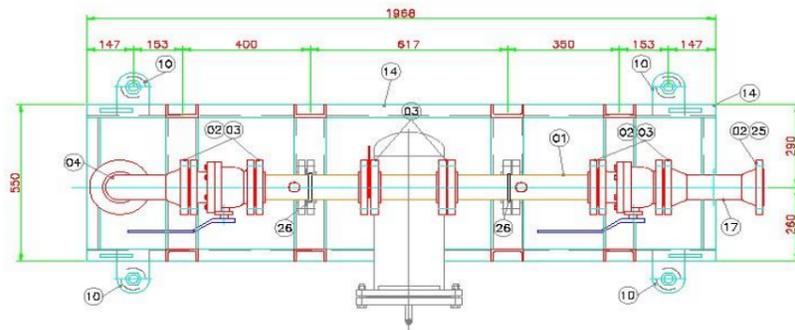
Plano 6: Isométrico de la estación de filtración y medición primaria.



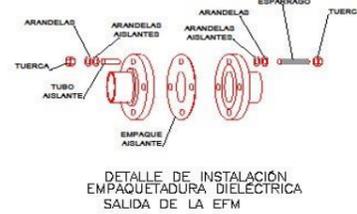
VISTA FRONTAL
ESC: 1/10



VISTA LATERAL
ESC: 1/10

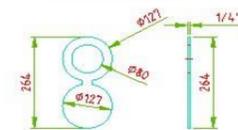


DETALLE DE SOLDADURA

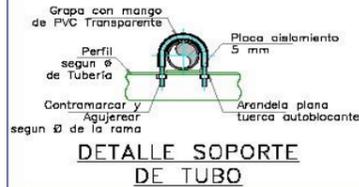


DETALLE DE INSTALACIÓN
EMPAQUETADURA DIELECTRICA
SALIDA DE LA EFM

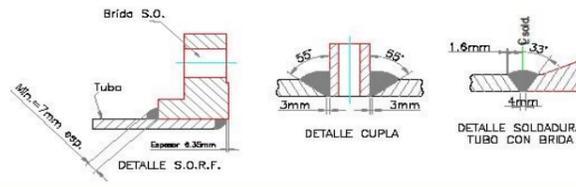
DETALLE ITEM:21



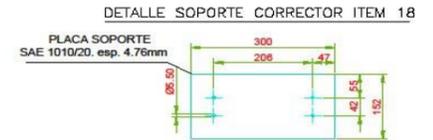
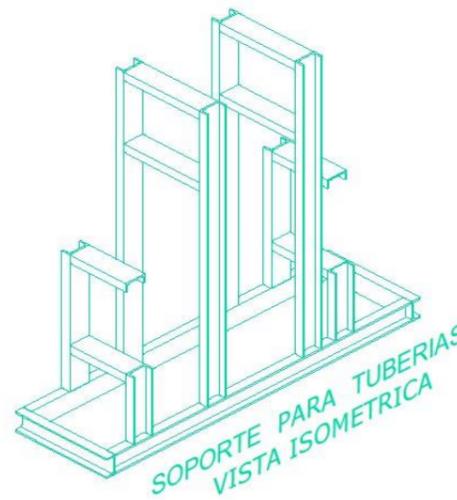
*NOTA:
A- Entrada de red de gas 3"
B- Salida hacia la red interna 3"



DETALLE SOPORTE DE TUBO



LISTA DE MATERIALES					
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES	PROVEEDOR
1	2.83	m/m	Tubería Sch 40 S/CAPRI SLASTM A 53 Gr. B Ø3"	ASTM A 53 Gr. B	ASTM
2	07	pie	Brida W.N.R.F. Cla 150 Ø3"	ASTM A 105	ANSI B 16.5
3	15	pie	Brida S.O.R.F. Cla 150 Ø3"	ASTM A 105	ANSI B 16.5
4	05	pie	Codo 90° R.L. acero al carbono Sch 40 Ø3"	ASTM A 234 Gr. WPB	ANSI B 16.9
5	08	pie	Válvula Esférica Bridada Ø3" S-150 Paso reducido, Acabamiento Patanca Marco: Neway	ASTM A 216 WCB	API 6D
6	02	pie	Válvula Esférica Roscada Ø 1/4" NPT 1000 WOG, Marco: SUN	55316	ANSI B 16.34
7	01	pie	Couplet Metálico P/Brida Ø3" Clase 150	ASTM F115	ANSI B 16.20
8	02	pie	Válvula Integral de Bloqueo y purga con conex. 1/2" NPT ABAC, S-6000	VARIOS	VARIOS
9	02	pie	Manómetro estático Ø 4" con conexión 1/2" NPT : rango 0-6 bar clase 1 NUOVA FIMA	AISI 304	ASME B 40.100
10	04	pie	Dispositivo de nivelación	VARIOS	VARIOS
11	02	pie	Filtro tipo cartucho bridado FM2 S-150 Ø3"	VARIOS	VARIOS
12	01	pie	Medidor Ø3" bridado S-150 marca FMG Mod: 0250 Tipo: Rotativo Pmax= 20 bar	VARIOS	ANSI B 16.11
13	01	pie	Unidad correctora de Volumen ACTARIS CORUS PTZ P= 0.5-10 bar [mca]	VARIOS	VARIOS
14	7.60	m	Viga C 4" x 5.4g	VARIOS	VARIOS
15	03	pie	Couplet roscado Ø 1/2" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ANSI B 16.11
16	02	pie	Couplet roscado Ø 3/4" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ANSI B 16.11
17	04	pie	Tee A.C. Sch-40, Ø3"	ASTM A 234 Gr. WPB	ANSI B 16.9
18	01	pie	Soporte de Corrector	VARIOS	VARIOS
19	02	pie	Tajón hexagonal rosca: Ø 1/4" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ASME B 16.11
20	04	pie	Conexión para taje	VARIOS	VARIOS
21	01	pie	Plata ciega	VARIOS	VARIOS
22	01	pie	Termopasa rosca: Ø 3/4" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ASME B 16.11
23	92	pie	Esparrago s/doble tuerca/aronada plano y de arroll Ø 5/8" x 3 3/4" s/brida Ø3" oxidada y micrométrizada.	ASTM 193 B7	ASTM A 194 2H
24	23	pie	Empaquetadura epoximétrica P/brida Ø3" clase 150 s/cebata 1/8" marca Flexitallic	IND. 304/GRAFITO	ANSI B 16.20
25	01	pie	Empaquetadura dieléctrica P/brida Ø3" Clase 150 s/tañ NRC marca Flexitallic	ASTM F146	ANSI 150
26	08	pie	Unión Ø3" x 3/8" espesor	VARIOS	ASME A563
27	01	pie	Bushing reductor Ø 1/2"x1/4" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ASME B 16.11
28	01	pie	Bushing reductor Ø 3/4"x1/4" NPT S-3000	ASTM A 105N-05	ASME B 16.11



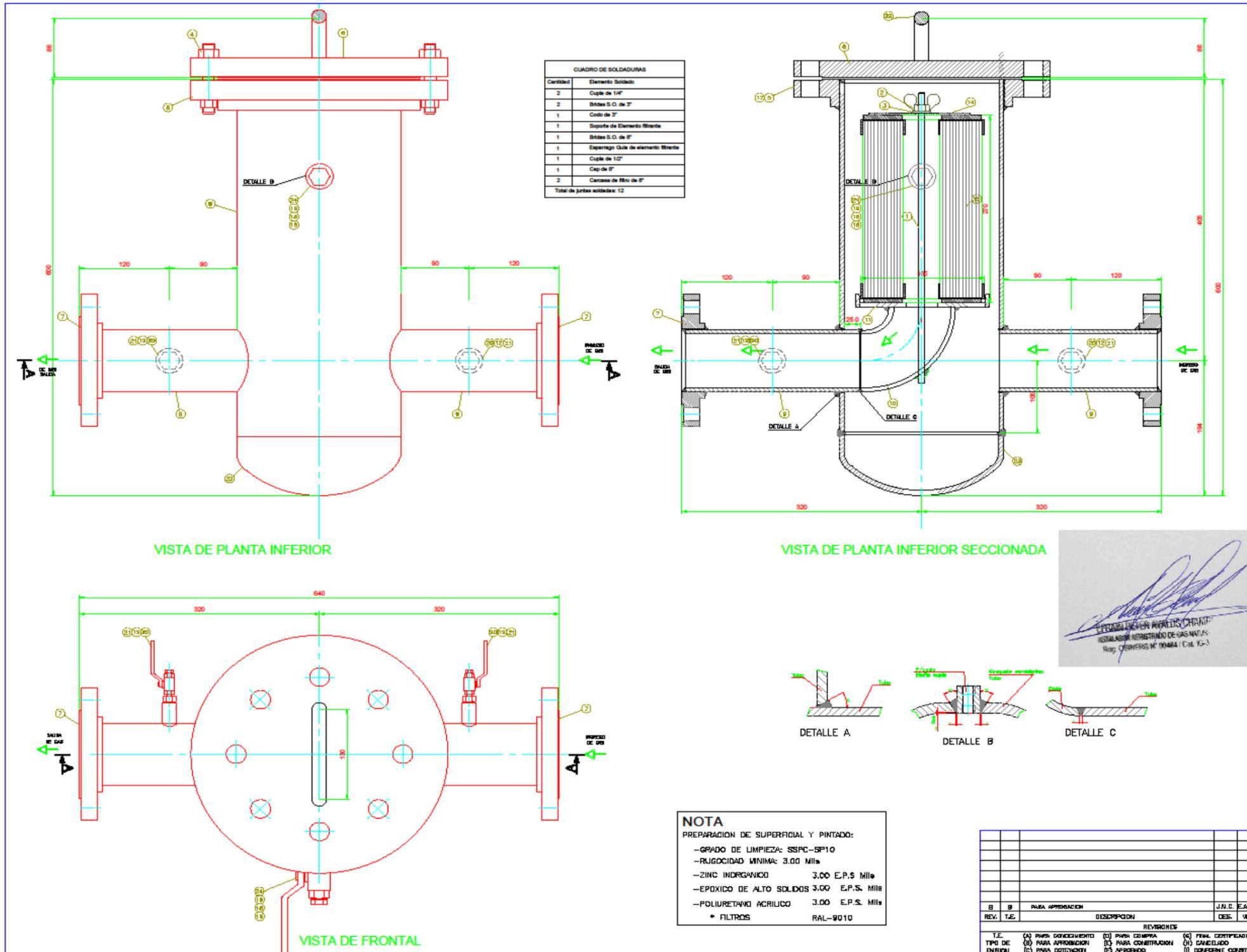
ESTACIONES INDUSTRIALES			
TIPO	DENOMINACIÓN	CAUDAL MAX.	P. REGULADA
001	TIPO INDUSTRIAL	580 Sm ³ /h	S/R

DATOS DE DISEÑO	
PRESION DE DISEÑO	5 barg
PRESION MAXIMA DE ENTRADA	5 barg
PRESION MINIMA DE ENTRADA	1 barg
PRESION REGULADA	S/R
CAUDAL MAXIMO	580 Sm ³ /h
PRESION DE PRUEBA	7.5 barg
PROCESO DE SOLDADURA	GTAW
ENSAYO NO DESTRUCTIVO (RX y PT)	100%
MAXIMO RUIDO EN EL LIMITE DEL PREDIO 60 (dba)	60 (dba)
TERMINACION SUPERFICIE ARENADO	SSPC-SP5
ZIN INORGANICO	3.00 E.P.S. Mils
EPOXICO DE ALTO SOLIDOS	6.00 E.P.S. Mils
POLIURETANO ACRILICO	3.00 E.P.S. Mils
* TUBERIAS, CODOS, TEE, VALVULAS	RAL-10D4
* FILTROS	RAL-9010
* SOPORTES	RAL-6002

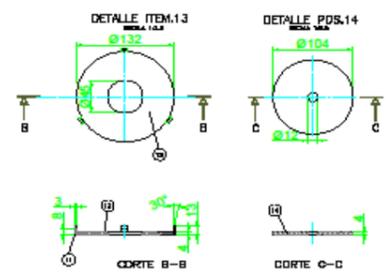
[Signature]
DETALLE DEBER AWALDS CHAMP
 INSTALADOR REGISTRADO DE GAS NATURAL
 Reg. OSINERG M° 004841 Cat. IG-3

CLIENTE		MODASA S.A.C	
CONTRATISTA		PROYECTO	
EJE		INSTALACION DE GAS NATURAL	
TITULO		PLANO LAYOUT RED INTERNA DE GAS NATURAL	
REV. T.E.		REV. T.E.	
DESCRIPCION		DESCRIPCION	
REVISIONES		REVISIONES	
T.E. (A) PARA DISEÑO (B) PARA COTEA		T.E. (A) PARA DISEÑO (B) PARA COTEA	
TIPO DE (C) PARA APROBACION (D) PARA CONSTRUCCION (E) CANCELADO		TIPO DE (C) PARA APROBACION (D) PARA CONSTRUCCION (E) CANCELADO	
(F) PARA OTRO (G) APROBADO (H) CONTROLADO/ABUELTO		(F) PARA OTRO (G) APROBADO (H) CONTROLADO/ABUELTO	
ESCALA INDICADA		ESCALA INDICADA	
EJE-MDA-001		EJE-MDA-001	
DIRECCION		DIRECCION	
CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URB. LURIN, DISTRITO LURIN		CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URB. LURIN, DISTRITO LURIN	
REV. 0		REV. 0	

Plano 7: Filtro 1 - Ø 3" - SERIE 150.



ITEM	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	NORMA
1	1	Varilla rosc. p/ fijación elemento filtrante #3/8"	AC. AL CARBONO	SAE 1010
2	1	Tuercas mariposa #3/8"	BRONZE	
3	1	Arandela plana # 3/8"	ASTM A 194-01/194-2H	ANSI B16.3
4	8	Esp. #3/4" x 4 1/4" c/ dos tuercas y arandelas planas Cadmizadas y blanqueadas	ASTM A 193 B7 ASTM A 194 2H	ANSI B16.3 ANSI B16.2
5	1	Brida S.O.R.F. en. 6" S.150	ASTM A 106	ANSI B 18.5
6	1	Brida alaga #6" S.150	ASTM A 106	ANSI B 18.5
7	2	Brida S.O.R.F. en.3" S.150	ASTM A 106	ANSI B 18.5
8	D.50m	Tubo en 4" Sch. 40	A 53 Gr. B	ASTM
9	D.80m	Tubo en. 3" Sch. 40	A 53 Gr. B	ASTM
10	1	Codo 90° R.C. en. 3" Sch. 40	ASTM A 234	ANSI B 18.8
11	1	Guía para filtro, planchuela 3.2 x 12.7 mm	AC. AL CARBONO	SWE 1010
12	2	Cople roscado en 1/4" S-3000 c/ tapón	ASTM A 106	ANSI B 18.8
13	1	Aro base de apoyo elemento filtrante, chapa esp.4mm.	AC. AL CARBONO	SWE 1010
14	1	Tapa soporte elemento filtrante, chapa esp. 4mm.	AC. INOXIDABLE	SWE 1010
15	1	Filtro c/malla refinada marca: GORA Mod. G 2	VARIOS	
16	1	Tapón rosc. en 1/2" S.3000	ASTM A 106	ANSI B 18.8
17	1	Junta p/brida en 6" S. 150	FLEXITALLIC 9F	
18	1	Unión doble rosc. en. 1/2" macho	A 53 Gr. B	ASTM
19	1	Valvula esfera rosc. en 1/2" INDO 1000 marca SUN	AC. INOXIDABLE	
20	2	Valvula esfera rosc. en 1/4" INDO 1000 marca SUN	AC. INOXIDABLE	
21	2	Tapón rosc. en 1/4" S.3000	ASTM A 106	ANSI B 18.8
22	1	Mantija p/tapa #3/8"	AC. AL CARBONO	SAE 1010
23	1	Cap para tubo de 6" Sch. 40	ASTM A 106	SWE 1010
24	1	Cople roscado en 1/2" S-3000	AC. AL CARBONO	ANSI B 18.8

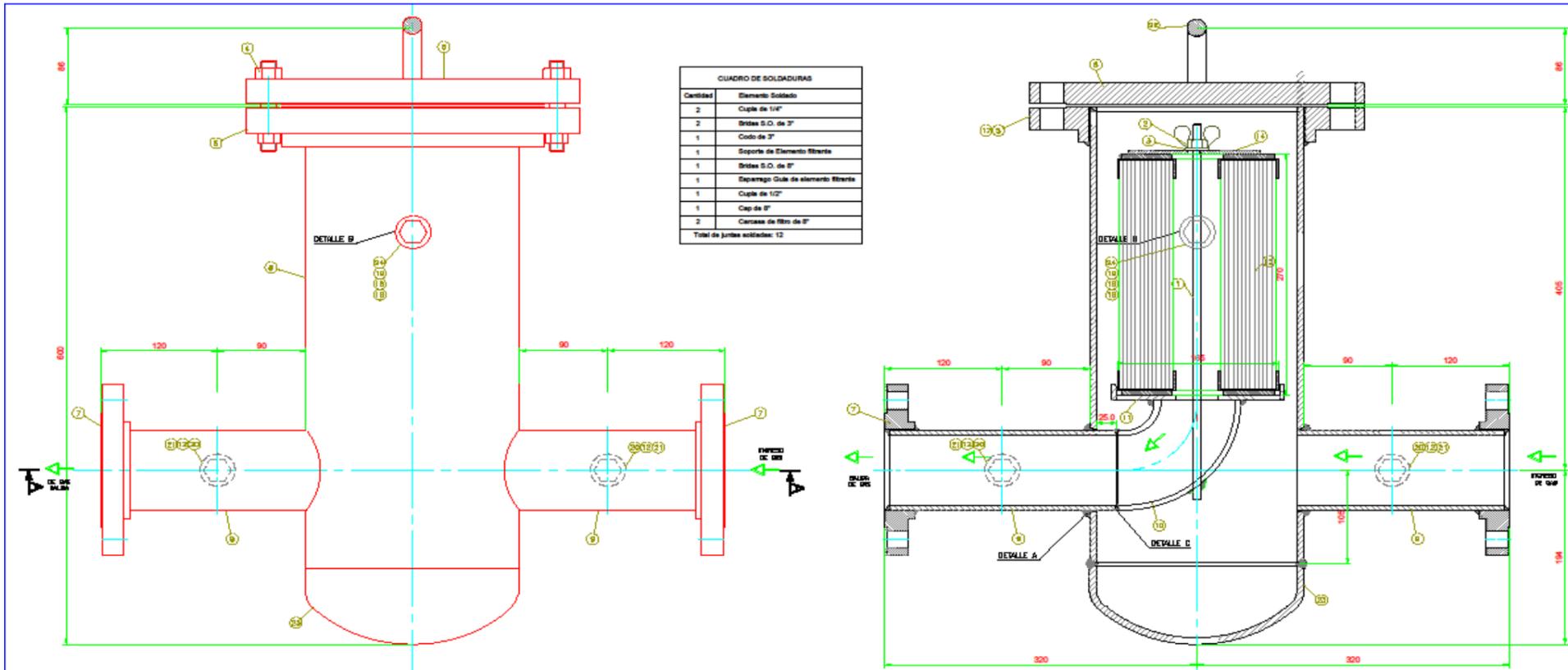


PRESION DE DISEÑO	5 barg
PRESION MAXIMA	5 barg
PRESION MINIMA	1 barg
PRESION MINIMA DE PRUEBA NEUMATICA	7.5 barg
CAUDAL AUTORIZADO	580 Gm3/h
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	ASME IX
END	100 %
NUMERO DE CORDONES DE SOLDADURA	12

NOTA
 PREPARACION DE SUPERFICIAL Y PINTADO:
 -GRADO DE LIMPIEZA: SSPC-SP10
 -RUGOSIDAD MINIMA: 3.00 Mila
 -ZINC INDRGANICO 3.00 E.P.S. Mila
 -EPOXIDO DE ALTO SLDOS 3.00 E.P.S. Mila
 -POLIURETANO ACRILICO 3.00 E.P.S. Mila
 * FILTROS RAL-9010

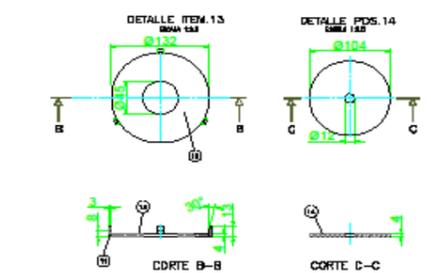
CLIENTE				MODASA S.A.C			
CONTRATISTA				PROYECTO			
EJE				INSTALACION DE GAS NATURAL			
TITULO				FILTRO 180			
				FILTRO 1 - Ø3" - SERIE 150			
DIRECCION				CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URB. LURIN, DISTRITO LURIN			
REV. T.E.				REV. 0			

Plano 8: Filtro 2 - Ø 3" - SERIE 150.

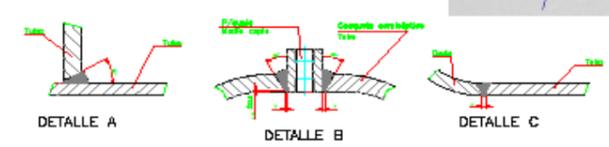


CUADRO DE SOLDADURAS	
Cantidad	Elemento Soldado
2	Cupla de 1/2"
2	Brida S.O. de 3"
1	Codo de 3"
1	Soporte de Elemento Filtrante
1	Brida S.O. de 3"
1	Separador Guía de elemento Filtrante
1	Cupla de 1/2"
1	Cap de 3"
2	Carcasa de filtro de 3"
Total de juntas soldadas: 12	

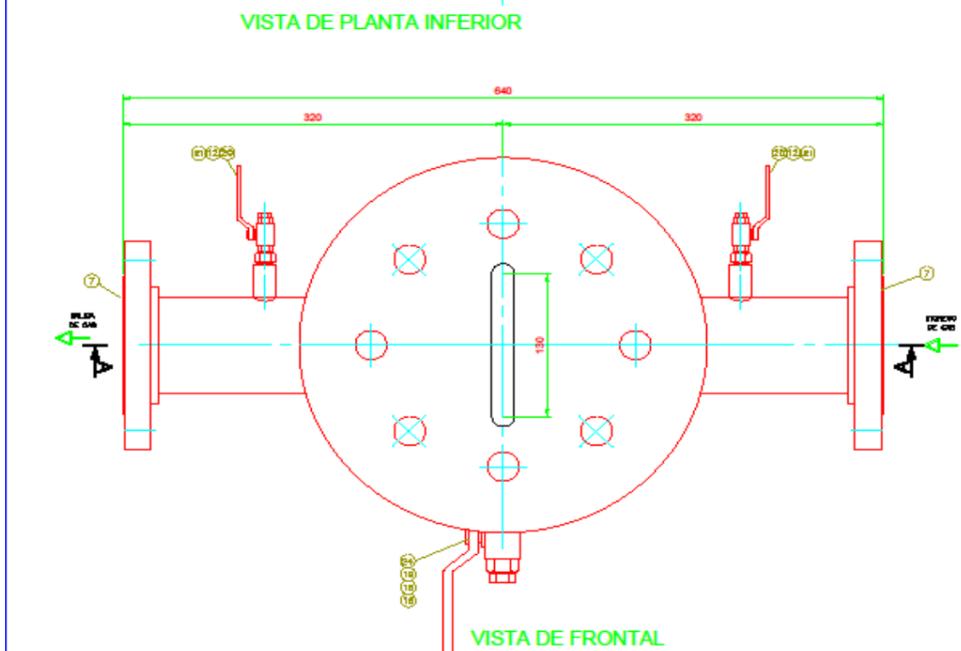
LISTADO DE MATERIALES				
ITEM	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	NORMA
1	1	Variilla rosca. p/fijacion elemento filtrante ø3/8"	AC. AL. CARBONO	SAE 1010
2	1	Tuerca maciza ø3/8"	BRONCE	
3	1	Arandela plana ø 3/8"	ASTM A 184-2H/184-2H	ANSI B 18.2
4	8	Exp. Ø3/4" x 4 3/8" a/ dos tuercas y arandelas planas Cedradas y blanqueadas	ASTM A 103 B7 ASTM A 104 2H	ANSI B18.5 ANSI B18.2
5	1	Brida S.O.R.F. No. 8" S.150	ASTM A 105	ANSI B 16.5
6	1	Brida ciega No.8" S.150	ASTM A 105	ANSI B 16.5
7	2	Brida S.O.R.F. No.3" S.150	ASTM A 105	ANSI B 16.5
8	0.50m	Tubo No. 8" Sch. 40	A. 53 Gr. B	ASTM
9	0.60m	Tubo No. 3" Sch. 40	A. 53 Gr. B	ASTM
10	1	Codo 90° P.C. No. 3" Sch. 40	ASTM A 234	ANSI B 16.9
11	1	Guia para filtro, planchuela 3.2 x 12.7 mm	AC. AL. CARBONO	SAE 1010
12	2	Cupla roscada No 1/4" S-3000 c/ tapón	ASTM A 105	ANSI B 16.9
13	1	Aro base de apoyo elemento filtrante, chapa esp.:4mm.	AC. AL. CARBONO	SAE 1010
14	1	Tapo soporta elemento filtrante, chapa esp.: 4mm.	AC. INOXIDABLE	SAE 1010
15	1	Filtro c/malla reforzada marca GORA Mod G 2	VARIOS	
16	1	Tapon rosca. No 1/2" S.3000	ASTM A 105	ANSI B 16.9
17	1	Junta p/brida No 8" S. 150	FLEXITALK SF	
18	1	Union doble rosca No. 1/2" macho	A. 53 Gr. B	ASTM
19	1	Válvula esférica rosca. No 1/2" WOG 1000 marca: SUN	AC. INOXIDABLE	
20	2	Válvula esférica rosca. No 1/4" WOG 1000 marca: SUN	AC. INOXIDABLE	
21	2	Tapon rosca. No 1/4" S.3000	ASTM A 105	ANSI B 16.9
22	1	Manija p/tapo #5/8"	AC. AL. CARBONO	SAE 1010
23	1	Cap para tubo de 8" Sch. 40	ASTM A 105	SAE 1010
24	1	Cupla roscada No 1/2" S-3000	AC. AL. CARBONO	ANSI B 16.9



[Signature]
PERALTA DE WILLYS CHAMPA
 INGENIERO REGISTRADO DE GAS NATURAL
 Reg. ORNBERG N° 00884 | Cal. IG-3



DATOS DE DISEÑO	
PRESION DE DISEÑO	5 barg
PRESION MAXIMA	5 barg
PRESION MINIMA	1 barg
PRESION MINIMA DE PRUEBA NEUMATICA	7.5 barg
CAUDAL AUTORIZADO	580 Sm3/h
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	ASME IX
END	100 %
NUMERO DE CORDONES DE SOLDADURA	12



NOTA
 PREPARACION DE SUPERFICIAL Y PINTADO:
 -GRADO DE LIMPIEZA: SSPC-SP10
 -RUGOSIDAD MINIMA: 3.00 Mils
 -ZINC INORGANICO 3.00 E.P.S. Mils
 -EPOXICO DE ALTO SOLIDOS 3.00 E.P.S. Mils
 -POLIURETANO ACRILICO 3.00 E.P.S. Mils
 * FILTROS RAL-B010

CLIENTE									
MODASA S.A.C									
PROYECTO: INSTALACION DE GAS NATURAL									
TITULO: FILTRO 150 FILTRO 2 - Ø3" - SERIE 150									
REVISIONES T.E. (A) PARA CONOCIMIENTO (B) PARA CORRECCION (C) FINAL CERTIFICADO TIPO DE (1) PARA APROBACION (2) PARA CONSTRUCCION (3) CANCELADO DISEÑO (4) PARA COTIZACION (5) APROBADO (6) CONFORME CONSTRUCCION/ASBUILT					ESCALA: INDICADA CODIGO: EIE-MDA-002-B DIRECCION: CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URB. LURIN, DISTRITO LURIN REV: 0				

ANEXOS

Anexo 1: *Tuberías de acero*..... 133

Anexo 2: *Pintura Poliuretano Alifático – Ultrathane 7000*..... 134

Anexo 3: *Pintura primer epoxy poliamida - Ultraprimer epoxy 850 FD.* 136

Anexo 4: *Reguladores EQA 722*..... 138

Anexo 5: *Válvula Integral de bloqueo y purga*..... 142

Anexo 6: *Respuesta de solicitud de factibilidad de suministro.* 144

Anexo 7: *Certificado de obra bien ejecutada* 145

Anexo 8: *Registro de Prueba de Hermeticidad* 150

Anexo 1: Tuberías de acero.



DENOMINACIÓN:
TN A53, TG A53

DESCRIPCIÓN:
Tubos para alta presión (SCH 40) fabricados con acero al carbono de calidad estructural, utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

USOS:
Conducción para alta presión de agua, gas, vapor, petróleo, aire presurizado y fluidos no corrosivos.

NORMAS TÉCNICAS:
Según Norma ASTM A53
Comprende dos tipos (grados)
Grado A: Schedule 10 *
Schedule 20 *
Schedule 30 *
Schedule 40

Grado B (Tratamiento Térmico): Schedule 40 *

PRUEBA:

Hidrostática : 1,000 PSI
Doblado : Según Norma ASTM A53
Aplastamiento : Según Norma ASTM A53

PRESENTACIÓN:

- 1.- Longitud : - 6.40 m (21')
- Otras longitudes
- 2.- Acabado de extremos : - Refrentado (plano), limpios de bordes.
- Biselado *
- Roscado (según norma ANSI B1.20.1)
- Ranura tipo Victaulic *
- 3.- Recubrimiento : - Negro
- Galvanizado (Según ASTM A53)
- Pintado *
- Aceitado *
- Desengrasado *
- 4.- Acabado Interno : - Escariado *

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DESIGNACIÓN	Díámetro Exterior (mm)	Espesor SCH-40 (mm)	Peso SCH-40 Kg/m
1/8"	10.3	1.73	0.370
1/4"	13.7	2.24	0.630
3/8"	17.1	2.31	0.840
1/2"	21.3	2.77	1.270
3/4"	26.7	2.87	1.690
1"	33.4	3.38	2.500
1 1/4"	42.2	3.56	3.390
1 1/2"	48.3	3.68	4.050
2"	60.3	3.91	5.440
2 1/2"	73.0	5.16	8.630
3"	88.9	5.49	11.290
3 1/2"	101.6	5.74	13.570
4"	114.3	6.02	16.070
5"	141.3	6.55	21.770
6"	168.3	7.11	28.260

Anexo 2: Pintura Poliuretano Alifático – Ultrathane 7000.



ULTRATHANE 7000 POLIURETANO ALIFÁTICO

REVISIÓN: DICIEMBRE 2018
PAGINA 1 DE 2

DESCRIPCIÓN

ULTRATHANE 7000 es una pintura poliuretano alifático con un acabado brillante de alta resistencia química, Brinda una adecuada protección frente a los diferentes tipos de atmósferas corrosivas. De excelente brillo y retención de color.

Sus resinas seleccionadas son resistentes a la degradación por acción de los rayos UV, resistentes a la abrasión, y de fácil limpieza.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Componentes	2	
Acabado	Brillante	
Color	Varios	
Sólidos en volumen	70% +/- 3%	
Número de capas	1	
Espesor de capa (seco)	1.5 – 2.5 mils	
Vida útil de la mezcla	5 Horas a 25 °C	
Almacenamiento bajo techo ambiente ventilado a 25°C	La vida útil del producto es de 12 meses sin mezclar	
Condiciones de Aplicación	Mínima	Máxima
Temperatura de Superficie	5°C	40°C
Temperatura Ambiental	5°C	40°C
Humedad Relativa		85%

USOS APROPIADOS:

- Para el pintado de estructuras metálicas, plantas químicas, tanques de almacenamiento, refinerías de petróleo, contenedores, puentes, embarcaciones marítimas, etc.
- Prolonga la retención de color y brillo.
- Resistencia a la abrasión e impacto.
- Buena resistencia a químicos

PROPIEDADES DE RESISTENCIA:

- Adherencia - Método ASTM D 4541 Equipo Tipo III
- Resultado: 1000 psi
- Flexibilidad - Método ASTM D 522
- Doblado 180°, Mandril ¼. Resultado: Bueno
- Dureza lápiz - Método ASTM D 3363
- Resultado: 3 h

RENDIMIENTO:

Espesor recomendado

1 GAL	2.0 mils	3.0 mils
	52.15 m ²	34.8 m ²

Nota: Considerar pérdidas de pintura según el método de aplicación utilizado.

TIEMPOS DE SECADO A 25°C

- Secado Tacto: 3 a 4 horas
- Secado al tacto duro: 8 a 10 horas
- Secado para repintar: 6 horas
- Completo: 7 días

Los tiempos de secado dependen de la temperatura ambiental, de superficie, humedad relativa del ambiente y del espesor de la película de pintura. En condiciones diferentes a lo indicado, consultar con el departamento de Asistencia Técnica.

Nota: Altos espesores prolongan el tiempo de secado del recubrimiento.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La superficie debe estar completamente seca y limpia de elementos contaminantes (aceite, polvo, grasas, etc.), limpiar con nuestro producto SCHEM SB15, antes de proceder a la aplicación del recubrimiento.

Antes de aplicar el ULTRATHANE 7000, se recomienda imprimir la superficie metálica con Primer o anti-corrosivo Epóxico y aplicar una capa intermedia de Mastic Epoxy.

Nota: La durabilidad de un sistema de pintado dependerá de una buena preparación de superficie.

PREPARACIÓN DE LA PINTURA

- El ULTRATHANE 7000 es un recubrimiento que se suministra en dos envases.
- Homogenizar cada componente por separado. Use un agitador neumático o eléctrico.
- Luego mezclar totalmente los dos componentes.
- Filtrar la mezcla con malla N° 60.
- Para facilitar la aplicación agregar diluyente UNIDIL 500, dependiendo del equipo a utilizar.

VOLUMEN	PRODUCTO
4	ULTRATHANE 7000
1	UNICAZ ULTRATHANE 7000
15%-25%	UNIDIL 500

El tiempo de inducción consiste en dejar reposar la pintura (Parte A + Parte B) entre 5 - 10 minutos antes de agregar el diluyente. La temperatura del medio influirá en la viscosidad de la pintura. En climas fríos se requiere mayor porcentaje de dilución que en climas calurosos. *Equipos de alta presión.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Los productos contienen solventes volátiles e inflamables, por los que recomendamos su uso en ambiente abierto y/o bien ventilado. Así mismo recomendamos tomar las precauciones necesarias para evitar cercanía a fuentes de calor, llama, chispas eléctricas o magnéticas. Evitar la concentración de vapores. Usar ropa de seguridad y evitar el contacto con la piel y ojos.



EQUIPOS DE APLICACIÓN

Lo siguiente es una guía. El cambio en presiones y tamaño de boquillas puede variar dependiendo de las características de atomización del equipo. Antes de usar, siempre purgar el equipo de aplicación con los solventes recomendados.

Equipo Airless	
Bomba	30:1
Presión	2000 - 3000 psi
Manguera	3/8" (9.525 mm) ID
Boquilla	0.013" - 0.017"
Filtro	Malla 60
Dilución	Hasta un 20% por volumen

Equipo Convencional	
Pistola	DEVILBLIS JGA502
Boquilla de fluido	704 E
Boquilla de aire	704
Presión de atomización	60 - 65 psi
Dilución	Hasta un 30% por volumen total



Anexo 3: Pintura primer epoxy poliamida - Ultraprimer epoxy 850 FD.



ULTRAPRIMER EPOXY 850 FD

PRIMER EPOXY POLIAMIDA AMINA
SECADO RÁPIDO

REVISIÓN: DICIEMBRE 2018
PÁGINA 1 DE 2

DESCRIPCIÓN

ULTRAPRIMER EPOXY 850 FD, es un primer Epoxy modificado a base de resinas Epoxy Poliamida Amina.

Recubrimiento de altos sólidos, alcanza altos espesores con un excelente rápido secado y muy buena adhesión. Aporta rentabilidad a la industria metal mecánica al reducir el tiempo de ejecución del proyecto.

Posee muy buena resistencia química, cumple con la norma GS11 (Green Seal). Contiene pigmentos inhibidores de la corrosión a base de zinc.

No contiene Plomo, Cromo. Bajo nivel de V.O.C

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Componentes	2
Acabado	Mate
Color	Gris y Rojo óxido
Sólidos en volumen de la mezcla	85 +/- 2%
Número de capas	1
Espesor de Película seca	3.0 - 6.0 mils
Vida útil de la mezcla	2h 30 min a 25°C
VOC	176 g/L
Almacenamiento bajo techo ambiente ventilado a 25°C	La vida útil del producto es de 12 meses

PROPIEDADES DE RESISTENCIA:

- Adherencia - Norma ASTM D 4541 - Equipo Tipo III
- Resultado: Mayor a 1000 psi
- Flexibilidad - Norma ASTM D 522
- Doblado 180°C, Mandril ¼. Resultado: Bueno
- Dureza de lápiz - Norma ASTM D 3363
- Resultado: 3H

USOS APROPIADOS:

- Para el mantenimiento y protección de superficies metálicas, tanques, tuberías, etc.; en la industria química, minera, petrolera, otras.
- Protección de aceros estructurales expuestos a ambientes de alta corrosividad, industriales y marinos.
- Trabajos de construcción metálica en donde se requiera de un rápido secado y alta productividad.
- Especialmente diseñado para ser usado en superficies donde el arenado no es posible, tolerando preparaciones de superficie SSPC-SP-2 y SSPC-SP-3.

RENDIMIENTO:

Espesor recomendado

1 GAL	3.0 mils	4.0 mils	6.0 mils
	42.21 m ²	31.66 m ²	21.10 m ²

Nota: Los resultados obtenidos son teóricos. Considerar pérdidas referentes al tipo de estructura.

TIEMPOS DE SECADO A 25°C

- Secado al Tacto: 1 a 2 horas
- Secado al tacto duro: 3 a 4 horas
- Secado para repintar : mín. 2 horas
- Epóxico máx. 30 días
- Poliuretano máx. 7 días
- Alquídico máx. 1 día
- Completo 7 días

Los tiempos de secado dependen de la temperatura ambiental, de superficie, humedad relativa del ambiente y del espesor de la película de pintura. En condiciones diferentes a lo indicado, consultar con el departamento de Asistencia Técnica.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Toda superficie debe estar completamente seca y libre de elementos contaminantes antes de proceder al pintado. Eliminar aceites y grasas con los solventes apropiados según Norma SSPC-SP1.

AMBIENTE	TIPO DE LIMPIEZA
Acero en ambiente normal	Limpieza con chorro abrasivo al grado Comercial SSPC-SP6
Acero en ambiente agresivo	Limpieza con chorro abrasivo al grado metal blanco (SSPC-SP5) o grado metal casi blanco (SSPC-SP10)

Nota: La durabilidad de un sistema de pintado está en función directa al grado de preparación de la superficie.

PREPARACIÓN DE LA PINTURA

El ULTRAPRIMER EPOXY 850 FD, es un recubrimiento de dos componentes. Por lo tanto, para una adecuada preparación debemos homogenizar cada uno de los componentes por separado y mezclarlos como se indica.

Volumen	Producto
1	ULTRAPRIMER EPOXY 850FD
1	UNICAZ ULTRAPRIMER EPOXY 850FD
15% - 20%	UNIDIL 1500

El tiempo de inducción consiste en dejar reposar la pintura (Parte A + Parte B) entre 5-10 minutos antes de agregar el diluyente. La temperatura del medio influirá en la viscosidad de la pintura. En climas fríos se requiere mayor porcentaje de dilución que en climas calurosos. *Equipos de alta presión.

EQUIPOS DE APLICACIÓN

Lo siguiente es una guía. El cambio en presiones y tamaño de boquillas puede variar dependiendo de las características de atomización del equipo. Antes de usar, siempre purgar el equipo de aplicación con los solventes recomendados.

Equipo Airless

Bomba	45:1
Presión	2500 - 3500 psi
Manguera	1/4" (6.35 mm) ID
Boquilla	0.013" - 0.017"
Filtro	Malla 60
Dilución	Hasta un 20% por volumen

Equipo Convencional

Pistola	DEVILBLISS MBC- 510
Boquilla de fluido	E
Boquilla de aire	704
Presión de fluido	10-20 psi
Presión de atomización	60 - 65 psi
Dilución	Hasta un 25 - 30% por volumen

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Los productos contienen solventes volátiles e inflamables, por lo que recomendamos usarlos en ambientes con adecuada ventilación. Asimismo, recomendamos tomar las precauciones necesarias para evitar cercanía a fuentes de calor, llama o chispas eléctricas o magnéticas. Evitar la concentración de vapores. Usar ropa de seguridad y evitar el contacto con la piel y ojos.



Anexo 4: Reguladores EQA 722.



El regulador de presión tipo 722 puede ser usado para servicio directo (simple etapa de regulación) y para regulaciones de primera y última etapa ya sea en instalaciones pequeñas o en industrias.

Su excelente diseño hace que sea el regulador indicado para grandes saltos de presión sin producir congelamientos excesivos.

Se fabrica en 4 modelos de acuerdo a la presión regulada:

- 722-1: hasta 0,05 Bar
- 722-2: 0,05 a 0,9 Bar
- 722-3: 0,9 a 1 Bar
- 722-A: 1 a 2,5 Bar

Todos soportan presiones de entrada de hasta 28 Bar.

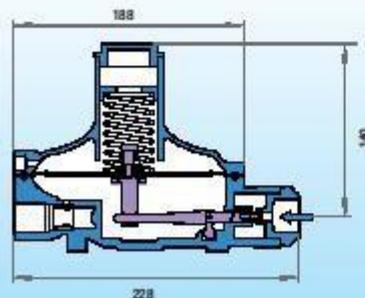
DATOS TECNICOS

Conexiones:	Roscado 3/4" BSP o NPT
Temperatura de operación:	-20°C a 60°C
Peso aproximado:	2,1 Kg (722) 2,4Kg (722A)

MATERIALES

CUERPO PRINCIPAL:	Bronce forjado
INTERIOS:	Latón
DIAPHRAGMA:	Acero Inox
OBTURADOR:	Acero Inox (722) Teflón (722A)

DIMENSIONES GENERALES en mm.



Regulador de Presión

EQA 722

Regulador de Presión

EQA 722

UTILIZACIÓN

Puede utilizarse para gas natural (densidad 0,6), GLP (densidad 1,5) y otros gases (ver tabla).

CONSTRUCCIÓN

De gran solidez, diafragma de acilo nitrilo y mecanismos interiores con protección anticorrosiva, resistentes ambos a la acción de los hidrocarburos, incorpora una válvula de seguridad por alivio que ventea posibles excesos de la presión de salida.

INSTALACIÓN

Su conexión a la cañería se efectúa por medio de roscas H de diámetro nominal 3/4" BSP y a pedido NPT, y el flujo de gas está indicado por una flecha en relieve ubicada en el cuerpo del regulador. Puede colocarse en cañerías verticales u horizontales indistintamente, y el plano del diafragma podrá estar también horizontal o vertical en cualquiera de las posiciones.

Se recomienda dejar accesibles la tapa del resorte para poder realizar ajustes en la presión de salida.

ORIFICIOS

Se provee con distintos diámetros de orificio, para las diferentes presiones de salida y entrada: 5/32" (4 mm.), 3/16" (4,8 mm.), 1/4" (6,4 mm.) y 3/8" (9,5 mm.)

RANGO DE RESORTES

Las presiones de salida de los reguladores 722 son reguladas mediante el ajuste de los distintos resortes con que se proveen (ver tabla).

TABLA DE RESORTES

COD.	Ø alambre	Presión regulada en bar
R42	2,00	0,010 .. 0,023
R7	2,25	0,016 .. 0,031
R34	2,50	0,023 .. 0,050
R8	2,75	0,032 .. 0,069
R9	3,00	0,040 .. 0,094
R35	3,25	
R36	3,50	0,080 .. 0,185
R10	3,75	0,100 .. 0,200
R37	4,00	0,130 .. 0,350
R38	4,25	0,170 .. 0,440
R39	4,50	
R11	4,75	0,210 .. 0,600
R12	5,00	0,280 .. 0,700
R54	5,50	mas de 1 bar
R5	1,75	Pc: hasta 0,16 bar
R6	2,50	Pc: desde 0,16 bar



02

Regulador de Presión

EQA 722

UTILIZACIÓN

Puede utilizarse para gas natural (densidad 0,6), GLP (densidad 1,5) y otros gases (ver tabla).

CONSTRUCCIÓN

De gran solidez, diafragma de acilo nitrilo y mecanismos interiores con protección anticorrosiva, resistentes ambos a la acción de los hidrocarburos, incorpora una válvula de seguridad por alivio que ventea posibles excesos de la presión de salida.

INSTALACIÓN

Su conexión a la cañería se efectúa por medio de roscas H de diámetro nominal 3/4" BSP y a pedido NPT, y el flujo de gas está indicado por una flecha en relieve ubicada en el cuerpo del regulador. Puede colocarse en cañerías verticales u horizontales indistintamente, y el plano del diafragma podrá estar también horizontal o vertical en cualquiera de las posiciones.

Se recomienda dejar accesibles la tapa del resorte para poder realizar ajustes en la presión de salida.

ORIFICIOS

Se provee con distintos diámetros de orificio, para las diferentes presiones de salida y entrada: 5/32" (4 mm.), 3/16" (4,8 mm.), 1/4" (6,4 mm.) y 3/8" (9,5 mm.)

RANGO DE RESORTES

Las presiones de salida de los reguladores 722 son reguladas mediante el ajuste de los distintos resortes con que se proveen (ver tabla).

TABLA DE RESORTES

COD.	Ø alambre	Presión regulada en bar
R42	2,00	0,010 .. 0,023
R7	2,25	0,016 .. 0,031
R34	2,50	0,023 .. 0,050
R8	2,75	0,032 .. 0,069
R9	3,00	0,040 .. 0,094
R35	3,25	
R36	3,50	0,080 .. 0,185
R10	3,75	0,100 .. 0,200
R37	4,00	0,130 .. 0,350
R38	4,25	0,170 .. 0,440
R39	4,50	
R11	4,75	0,210 .. 0,600
R12	5,00	0,280 .. 0,700
R54	5,50	mas de 1 bar
R5	1,75	Pc: hasta 0,16 bar
R6	2,50	Pc: desde 0,16 bar



02

RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

Es muy importante prestar atención a la posición del venteo del regulador ya que actúa también como respiradero. Si éste se obstruyera puede causar una operación peligrosa de la instalación. Por lo tanto debe protegerse del agua, polvo u otros elementos peligrosos. En general debe instalarse siempre hacia abajo.

Si el regulador será instalado en local cerrado (solo está permitido para la 2da. etapa) debe instalarse una cañería de venteo no menor a $\varnothing 3/4"$ que evacue posibles gases venteados por el regulador.

Si el regulador será instalado en tanque subterráneo el venteo debe elevarse con un tubo por encima del posible nivel de agua.

Cualquier pérdida de gas al exterior de la válvula indica que debe cortarse el servicio y contactar al servicio técnico.

Sólo un técnico calificado debe instalar o reparar el regulador.

* Cada vez que se solicite un repuesto o un servicio técnico mencionar los datos de chapa de la válvula. (Modelo - N° de serie - presiones - orificio - caudal)

INSTALACIÓN

Antes de instalar el regulador inspeccionar si hubo algún daño durante el transporte. Si no posee alguno de los tapones plásticos protectores verificar que no ingresó algún elemento por las conexiones.

Ventear varias veces la cañería de alimentación hasta que no salga ninguna partícula. (Esta es la causa de la mayoría de los problemas en puestas en marcha).

El regulador puede ser instalado en cualquier posición siempre que se respete el sentido de circulación del gas que indica la flecha del cuerpo y que el orificio de venteo no esté obstruido ni quede expuesto a la lluvia o polvo. También debe estar protegido de posibles golpes causados por la circulación de vehículos.

Periódicamente debe observarse el orificio de venteo revisando que no esté tapado.

Siempre es aconsejable instalar 2 ramas de regulación con válvulas de bloqueo aguas arriba y abajo de cada una independientemente, para evitar el corte del gas durante el mantenimiento o reparación.

EQA S.A.I.C.

26 de abril 3836 - ITUZINGO (1714) - Pcia. de Buenos Aires
Tel. (54 11) 4481-9950 y rotativas / Fax (54 11) 4481-9288
e-mail: eqa@eqa.com.ar - web site: www.eqa.com.ar

PUESTA EN SERVICIO

Es aconsejable realizar la puesta en servicio con manómetros adecuados a la presión de entrada y de salida del regulador para monitorear este procedimiento.

- 1- Abrir lentamente la llave de entrada de bloqueo.
- 2- Controlar las presiones.
- 3- Abrir lentamente la llave de salida de bloqueo.
- 4- Chequear todas las conexiones buscando posibles pérdidas.

AJUSTE

Si fuera necesario modificar la presión de salida del regulador, puede hacerse con la tuerca que oprime al resorte. En sentido horario se aumenta dicha presión y en sentido antihorario, disminuye.

ATENCIÓN: Para aumentar la presión tener en cuenta la probable existencia de elementos de seguridad como válvulas de alivio, bloqueo o presostatos que actuarán en caso de superar su presión de seteo. Asimismo debería modificarse la chapa identificatoria en fábrica para cumplir la normativa correspondiente y evitar futuras confusiones.

REPUESTOS

Solicitarlos siempre de acuerdo al número de parte del Corte General y mencionando los datos de chapa del regulador.

MANTENIMIENTO

ATENCIÓN: Antes de desarmar el regulador cortar la alimentación de gas y liberar la presión acumulada.

Debido al normal desgaste que podría ocurrir en todo regulador de gas, algunos elementos deben ser controlados periódicamente y si es necesario ser reemplazados.

La frecuencia de las inspecciones depende de la severidad del servicio o de lo indicado por la norma correspondiente.

Para el desarme y rearme seguir estas instrucciones y ante cualquier duda consultar con fábrica.

DISTRIBUIDOR | DISTRIBUTOR

Anexo 5: Válvula Integral de bloqueo y purga.

VI5 Válvula integral de bloqueo y purga

La válvula Integral VI5 provee un método seguro, simple y económico para la instalación de manómetros, presostatos, transmisores e indicadores de presión. Combina en un solo conjunto los efectos de bloqueo y purga, indispensables para el correcto montaje de este tipo de instrumentos.

En operación normal, el bloqueo permanece abierto, y la purga o equalización, cerrada. Para desmontar el instrumento o verificar el cero, se cierra el bloqueo y se despresuriza con la purga.

También se puede utilizar la salida de purga, roscada, para ingresar una señal conocida, cerrando el bloqueo, y así contrarrestar el instrumento montado, sin quitarlo.

Sus múltiples salidas roscadas posibilitan la conexión compacta de uno o dos instrumentos simultáneos, cualquiera sea la disposición de la cañería de proceso.

Un estudiado diseño ofrece una instalación más compacta con menor posibilidad de pérdidas y un sustancial ahorro, tanto en a mano de obra de montaje como en el valor de adquisición.

Si se requiere montar el instrumento sobre pedestal de 2", puede reemplazarse la VI5 por el manifold MP/MPR (ver catálogo M 800)



Características

- Bonetes roscados para los efectos de bloqueo y purga. Del tipo "roscas secas" que mantiene a la roca del vástago aislada del fluido de proceso.
- Vástago con contracción, que evita el riesgo de expulsión y aísla la empaquetadura de la presión de proceso.
- Obturador no-rotante de distintos materiales y formas.
- Seguro contra desenroscado de bonete.
- Conexión a proceso macho o hembra.
- Asiento recambiable en la versión de acero carbono.
- Disponibles con 2 ó 3 salidas.
- Opcional asiento blando (ver detalles en pág. 3)

Especificaciones técnicas

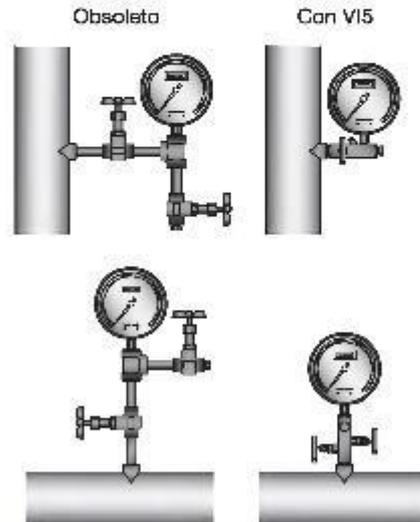
Temperaturas máximas:

Empaq. PTFE	260 °C
Empaq. Grafoil	500 °C
Asiento blando Acetal	93 °C
Asiento blando Peek	204 °C

Presión máx. de serv. @ 21°C :	Standard	414 bar
	Opcional	890 bar

Materiales standard

Versión	Cuerpo & bte.	Vástago	Obturador	Asiento	Empaquetadura
Ac. Carbono	Ac. Carbono	AISI 420	Bollita AISI 420	AISI 420 (recambiable)	PTFE/Grafoil
Ac. Inoxidable	AISI 316	AISI 316	Obt. cónico AISI 316	Integral	PTFE/Grafoil
Ac. Inoxidable	AISI 316	AISI 316	Integral	Acetal/Peek (recambiable)	PTFE
Nace	AISI 316	AISI 316	Monel	Integral	PTFE/Grafoil



Información para ordenar

VI5 50M C G-

Modelo

Conexiones
(ver tabla de dimensiones)

Asiento

Sin designación: Asiento metálico
AD: Acetel | Asiento Blando
AE: Peek

Opcionales

PC: apta para precintar
3S: tres salidas
SG: apta para gas agrio
OX: apta para uso oxígeno
HS: pres. máx. 690 bar
PT: purga taponeada

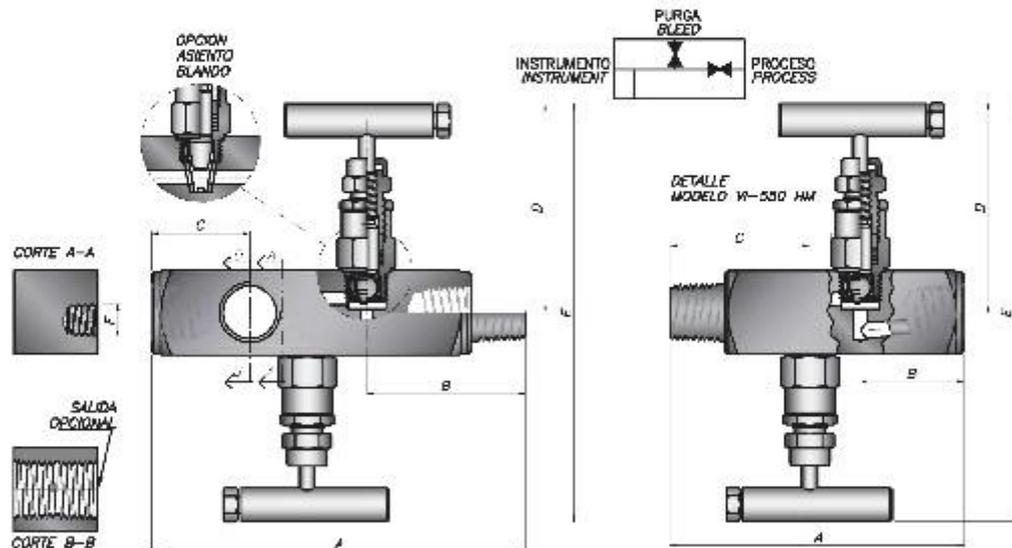
Empaquetadura

T: PTFE
G: Grafito

Materiales

C: Acero carbono
I: Acero inoxidable

Dimensiones para el montaje



Conexiones			Modelo	Dimensiones (mm)					Purga F
Entrada	Salida	A		B	C	D abierta	E abierta		
1/4 NPT H	1/4 NPTH	VI525	105	40	27	78	156	1/8NIPT	
1/4 NPT M	1/4 NPTH	VI525M	113	48	26	78	156	1/8NIPT	
1/2 NPT H	1/2 NPTH	VI550	120	38	33	80	160	1/4NIPT	
1/2 NPT M	1/2 NPTH	VI550M	135	53	33	80	160	1/4NIPT	
1/2 NPT H	1/2 NPT M	VI550HM	110	39	52	80	160	1/4NIPT	
3/4 NPT H	1/2 NPT H	VI575	125	41	35	82	164	1/4NIPT	
3/4 NPT M	1/2 NPTH	VI575M	135	53	33	80	160	1/4NIPT	

Otros tipos de roscas a pedido.

13

Anexo 7: Certificado de obra bien ejecutada.



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND. 147467

Nº 007591

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 147467-1
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 29 de abril del 2021

Pág. 1 de 5

1. DATOS GENERALES

- 1.1. CLIENTE : EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C.
- 1.2. EMPRESA : MOTORES DIESEL ANDINO S.A.
- 1.3. DIRECCIÓN : CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URBANIZACION LURIN, DISTRITO DE LURIN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.
- 1.4. PROPOSITO : EVALUAR Y DETERMINAR QUE LA INSTALACIÓN INTERNA INDUSTRIAL PARA CONSUMO DE GAS NATURAL, CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN:

- Norma Técnica Peruana NTP 111.010 – 2003 (Revisada el 2019). Gas Natural Seco. "Sistema de Tuberías para Instalaciones Internas Industriales" – Numerales: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12.5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.
- Resolución N° 099-2016-OS/CD. "Procedimiento para la Habilitación de Suministros de Instalaciones Internas de Gas Natural" - Título III, Capítulo II, Art. 13 (Num.13.1 excepto requisitos "l", "m", "p" y "q") y Art. 14.

2. DATOS DE LA INSTALACIÓN

Instalación interna industrial para consumo de Gas Natural, formada por un sistema de tuberías de acero ASTM A-53 Gr. B/A106/API 5L SCH 40 Ø 6", 3", 2", 1", y HDPE SDR-11 PE100 Ø 90 mm para el suministro de Gas Natural hacia los siguientes equipos de consumo:

- Horno Inframix – Conveccion.
- Horno Inframix – IR.
- Tanque en Caliente N° 1.
- Tanque en Caliente N° 2.
- Quemador para Horno de Buses N° 1.
- Quemador para Horno de Buses N° 2.
- Quemador para Horno de Buses N° 3.
- Quemador para Horno de Buses N° 4.
- Quemador para Horno de Buses N° 5.
- Quemador para Horno de Buses N° 6.
- Quemador para Horno de Buses N° 7.
- Quemador para Horno de Buses N° 8.
- Quemador para Horno de Buses N° 9.
- Quemador para Horno de Buses N° 10.
- Quemador para Horno de Buses N° 11.
- Quemador para Horno de Buses N° 12.
- Quemador para Horno de Buses N° 13.
- Quemador para Horno de Buses N° 14.
- Horno de Secado.


FELIPE SOLOPUCO RIVADENEIRA
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. GIP N° 123380
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 04747



**BUREAU
VERITAS**

Nº 007598

S/T IND. 147467

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 147467-1
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 29 de abril del 2021

Pág. 2 de 5

3. ALCANCE

- 3.1 Supervisión durante el proceso constructivo de la Instalación Interna Industrial, en el cual se verificaron las siguientes actividades:
- Supervisión durante el proceso de soldadura.
 - Supervisión durante los ensayos no destructivos.
 - Supervisión durante la preparación superficial, medición de la rugosidad y pintado de tuberías.
- 3.2 Supervisión de la prueba de hermeticidad de la Instalación Interna Industrial, acorde a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 111.010-2003 (Revisada el 2019) (ítem 20).
- 3.3 Revisión documentaria del dossier de calidad de la Instalación Interna Industrial para Consumo de Gas Natural.
- 3.4 PLANOS CONFORME A OBRA
- Plano: "PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION", N° EJE-MDA-001, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "PLANO LAYOUT RED INTERNA DE GAS NATURAL", N° EJE-MDA-002, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "PLANO ISOMETRICO RED INTERNA DE GAS NATURAL", N° EJE-MDA-003-A, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "PLANO ISOMETRICO RED INTERNA DE GAS NATURAL", N° EJE-MDA-003-B, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA HORNO INFRAMIX - CONVECCION", N° EJE-MDA-004-A, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA HORNO INFRAMIX - IR", N° EJE-MDA-004-B, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA TANQUE EN CALIENTE N° 1", N° EJE-MDA-004-C, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA TANQUE EN CALIENTE N° 2", N° EJE-MDA-004-D, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA HORNO DE SECADO", N° EJE-MDA-004-E, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 1", N° EJE-MDA-004-F, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 2", N° EJE-MDA-004-G, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
 - Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES N° 3", N° EJE-MDA-004-H, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.


FELIPE SORIANO RIVADENEIRA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 123380
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 04747



**BUREAU
VERITAS**

Nº 007589

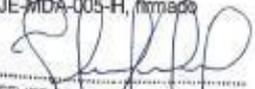
S/T IND. 147467

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 147467-1
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 29 de abril del 2021

Pág. 3 de 5

- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 4", Nº EJE-MDA-004-I, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 5", Nº EJE-MDA-004-J, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 6", Nº EJE-MDA-004-K, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 7", Nº EJE-MDA-004-L, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 8", Nº EJE-MDA-004-M, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 9", Nº EJE-MDA-004-N, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 10", Nº EJE-MDA-004-Ñ, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 11", Nº EJE-MDA-004-O, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 12", Nº EJE-MDA-004-P, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 13", Nº EJE-MDA-004-Q, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 14", Nº EJE-MDA-004-R, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID HORNO INFRAMIX - CONVECCION", Nº EJE-MDA-005-A, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID HORNO INFRAMIX - IR", Nº EJE-MDA-005-B, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID TANQUE EN CALIENTE Nº 1", Nº EJE-MDA-005-C, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID TANQUE EN CALIENTE Nº 2", Nº EJE-MDA-005-D, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID HORNO DE SECADO", Nº EJE-MDA-005-E, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 1", Nº EJE-MDA-005-F, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 2", Nº EJE-MDA-005-G, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 3", Nº EJE-MDA-005-H, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.


FELIPE POPOLONGO RIVADENEIRA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CAP N° 123380
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 04747



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND. 147467

Nº 007588

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 147467-1
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

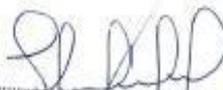
Callao, 29 de abril del 2021

Pág. 4 de 5

- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 4", N° EJE-MDA-005-I, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 5", N° EJE-MDA-005-J, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 6", N° EJE-MDA-005-K, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 1", N° EJE-MDA-005-L, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 7", N° EJE-MDA-005-M, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 8", N° EJE-MDA-005-N, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 9", N° EJE-MDA-005-Ñ, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 10", N° EJE-MDA-005-O, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 11", N° EJE-MDA-005-P, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 12", N° EJE-MDA-005-Q, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 13", N° EJE-MDA-005-Q, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO P&ID QUEMADOR PARA HORNO DE BUSES Nº 14", N° EJE-MDA-005-R, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO DE SEGURIDAD", N° EJE-MDA-006, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO DE RIESGO", N° EJE-MDA-007, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.
- Plano: "PLANO WELDING MAP RED INTERNA DE GAS NATURAL", N° EJE-MDA-WM-001, firmado por el IG-3 Ing. Efraín Peter Ávalos Champi.

3.5 PROCESOS, ENSAYOS Y REGISTROS DE SOLDADURA

- Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS), N° WPS-EJE-01-15.
- Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR), N° PQR-EJE-01-15.
- Registro de Calificación de Soldadores (WPQ), N° 014/OAZ-WPQ.
- Welding book.
- Registro de Inspección Visual
- Reporte de Inspección por Tintes Penetrantes N° NDT-PT-058-22.


FELIPE SOPLANO RIVADENEIRA
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 123380
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 04747



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND. 147467

Nº 007587

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 147467-1
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 29 de abril del 2021

Pág. 5 de 5

- Certificado de Inspección mediante Tintes Penetrantes (PT) - Nivel II, a nombre del Sr. Fernando Vásquez Rodríguez.
- Certificado de Inspección mediante Inspección Visual (VT) - Nivel II, a nombre del Sr. Efraín Peter Ávalos Champi.

3.6 REGISTRO DE PRUEBAS DE HERMETICIDAD

- Registro de prueba de hermeticidad Nº 147467-2, con fecha de inspección del día 23 de abril del 2021, supervisada por INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.

3.7 DOCUMENTACIÓN

- Memoria Descriptiva del Proyecto.
- Registro de Preparación Superficial y Pintado.
- Procedimiento Constructivo de Prueba de Hermeticidad.
- Procedimiento Constructivo de Preparación Superficial y Pintado.
- Registro de Comisionado de Equipos.
- Manual de Operaciones.
- Programa de Mantenimiento.
- Procedimiento de Puesta en Marcha.
- Estudio de Riesgos.
- Plan de Contingencias.

4. CONCLUSIÓN

La Instalación Interna Industrial para Gas Natural de la empresa "MOTORES DIESEL ANDINOS S.A." cumple con los requisitos indicados en el ítem 1.4 y con el alcance indicado en el ítem 3.

5. CONDICIONES

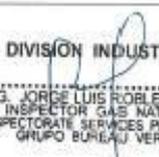
Este certificado es válido sólo para lo indicado en el ítem 1, la instalación descrita en el ítem 2 y los resultados indicados en el ítem 4, no pudiéndose extender la conclusión a otra instalación diferente a la evaluada.

6. VALIDEZ

Este certificado es válido sólo en su papel original, para la instalación descrita en el ítem 2 y las condiciones señaladas en el presente documento. La validez del certificado es de 12 meses, siempre y cuando las instalaciones no sean alteradas y/o modificadas.


FELIPE SOLOPUCA RIVADENEIRA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIRVº 123380
IGJ Reg. OSINERGMIN Nº 04747

Anexo 8: Registro de Prueba de Hermeticidad.

	REGISTRO DE PRUEBA DE HERMETICIDAD	Código: F-IND- 113 Versión: 04 Fecha: 29/10/2018			
	S/T IND: 147467 REGISTRO N°: 147467-2				
1. DATOS GENERALES					
CLIENTE	: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C.				
EMPRESA	: MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.				
LUGAR Y FECHA DE INSPECCIÓN	: CAMINO PERIMETRICO LOTE 6, URBANIZACION LURIN, DISTRITO DE LURIN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.REALIZADA EL DÍA 23 DE ABRIL DEL 2021.				
PRODUCTO ENSAYADO	: RED INTERNA DE GAS NATURAL				
MATERIAL	: ACERO SCH 40 ASTM A53 / ASTM A106 / API 5L GR. B Ø 6", 3", 2", 1" Y HDPE SDR-11 PE100 Ø 90 mm				
ESPECIFICACIONES MÉTODO DE ENSAYO	: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.010.2003 – REVISIÓN 2019. SISTEMA DE TUBERÍAS PARA INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES (ÍTEM 20)				
EQUIPOS UTILIZADOS					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO / SERIE	N° DE CERTIFICADO	FECHA DE CALIBRACIÓN	RANGO	OBS.
Manómetro	MFP-13883	CPU-969-2020	2020-10-27	0 bar a 11 bar	-----
Manómetro	UMP-3011	CPU-438-2020	2020-07-06	0 bar a 11 bar	-----
Termómetro	UMT-3075	CTU-2203-2020	2020-11-14	0°C a 50°C	-----
Termómetro	UMT-3074	CTU-2202-2020	2020-11-14	0°C a 50°C	-----
2. DATOS DE LA PRUEBA					
DURACIÓN DE PRUEBA	: 02 horas				
MEDIO DE PRUEBA USADO	: Aire Comprimido				
PRESION DE PRUEBA	: 7.7 bar / 7.8 bar				
3. OBSERVACIONES					
La prueba de hermeticidad se realizó en coordinación con el Ing. Wilmer Mantari Olarte, representante de la empresa "EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C.".					
Dicha prueba se desarrolló en condiciones normales.					
4. RESULTADO					
Durante la prueba no se registraron fugas o caídas de presión. La prueba de hermeticidad es CONFORME.					
EFECTUADO POR: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C.			DIVISION INDUSTRIAL  ING. JORGE LUIS ROBLES TUMAY INSPECTOR GAS NATURAL INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C. GRUPO BUREAU VERITAS		
SUPERVISADO POR: INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C. / JORGE LUIS ROBLES TUMAY					
FECHA DE EMISIÓN: 29.04.2021					

Información proporcionada por:

Bureau Veritas	
Inspectorate	X