

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO INTEGRAL PARA EL SISTEMA DE
CALENTAMIENTO DEL GAS NATURAL EN LAS
ESTACIONES DE REGULACIÓN DE PRESIÓN.
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LIMA Y CALLAO”**

AUTOR:

HUGO PAOLO ZEGARRA CONDORENA

CALLAO - 2019
PERÚ

ÍNDICE

I.	ASPECTOS GENERALES	16
1.1	Objetivos	17
1.1.1	Objetivo General.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	Organización de la Empresa o Institución.....	18
1.2.1	Antecedentes Históricos.....	18
1.2.2	Filosofía Empresarial.....	19
1.2.3	Estructura Organizacional	21
II.	FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	25
2.1	Marco Teórico	25
2.1.1	Bases Teóricas.....	25
2.1.2	Aspectos Normativos.....	120
2.1.3	Simbología Técnica	122
2.2	Descripción de las actividades realizadas.....	129
2.2.1	Etapas del Informe	129
2.2.2	Diagrama de Flujo	131
2.2.3	Cronograma de Actividades	132

III.	APORTES REALIZADOS	133
3.1	Planificación, Ejecución y Control de las Etapas	133
3.1.1	Fase I: Ingeniería Preliminar. Análisis del Contexto Operativo... ..	133
3.1.2	Fase II: Implantación de la Metodología RCM.....	213
3.1.3	Fase III: Estructuración del Plan de Mantenimiento Integral del Sistema de Calentamiento.....	235
3.1.4	Fase IV: Documentación para Gestión Integral y Evaluación del Plan de Mantenimiento	252
3.2	Evaluación Técnico – Económico	258
3.3	Análisis de Resultados.....	262
IV.	DISCUSION Y CONCLUSIONES	265
4.1	Discusión de Resultados.....	265
4.2	Conclusiones	273
V.	RECOMENDACIONES.....	275
VI.	BIBLIOGRAFÍAS	277
	ANEXOS	280

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.	22
FIGURA 2: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA GERENCIA DE OPERACIONES EN LA EMPRESA CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.	23
FIGURA 3: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.	23
FIGURA 4: ORGANIGRAMA DE LA COORDINACIÓN DE PLANEAMIENTO Y SERVICIO A GRANDES CLIENTES	24
FIGURA 5: PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL	29
FIGURA 6: ESTRUCTURA DE COSTOS EN TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL	31
FIGURA 7: ESTRUCTURA DEL SUMINISTRO DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ	34
FIGURA 8: LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS YACIMIENTOS GASÍFEROS DE LA COSTA Y EL ZÓCALO NORTE	36
FIGURA 9: LOTES DE CAMISEA	37
FIGURA 10: ESQUEMA DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO CAMISEA	39
FIGURA 11: MAPA DE CONCESIONES DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN EL PERÚ	44

FIGURA 12: LÍNEA DE TIEMPO DE LA HISTORIA DEL PROYECTO CAMISEA, 1981-2014	45
FIGURA 13: VÁLVULA DE BLOQUEO AUTOMÁTICO	48
FIGURA 14: TRAMPA DE SCRAPER	50
FIGURA 15: INSERCIÓN DE PIG DE LIMPIEZA AL BARRIL DE LA TRAMPA DE LANZAMIENTO.....	52
FIGURA 16: DETECTORES DE ALTO Y BAJO NIVEL DE AGUA INSTALADOS EN TANQUE DE EXPANSIÓN DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL CITY GATE LURÍN 2 – CÁLIDDA.....	54
FIGURA 17: SISTEMA DE ODORIZACIÓN PARA REDES DE GAS NATURAL POR INYECCIÓN DE ODORANTE.....	55
FIGURA 18: EQUIPOS DEL SISTEMA AUXILIAR O SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL	58
FIGURA 19: GENERADOR ELÉCTRICO DEL CITY GATE LURÍN 2 PARA RESPALDO DE ENERGÍA.....	59
FIGURA 20: CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN TRANSFORMADOR – RECTIFICADOR.....	64
FIGURA 21: P&ID – ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN	68
FIGURA 22: ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL.....	69
FIGURA 23: VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN “MASONEILAN” (TRABAJADORA Y MONITORA) EN CITY GATE	71

FIGURA 24: QUEMADOR INSTALADO EN CALENTADOR DEL CITY GATE LURIN 2 – CÁLIDDA, MARCA “CEBA”	72
FIGURA 25: DESARROLLO DE UNA LÍNEA DE ENTALPÍA CONSTANTE EN UN DIAGRAMA P – T	76
FIGURA 26: REPRESENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENTALPÍA CONSTANTE Y LÍNEA DE INVERSIÓN DE UNA SUSTANCIA EN UN DIAGRAMA P – T.....	78
FIGURA 27: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE UNA ERP DE GAS NATURAL.....	85
FIGURA 28: TIPOS DE CABEZALES Y CARCASA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CORAZA Y TUBOS. NOTACIÓN.....	87
FIGURA 29: TREN DE ALIMENTACIÓN DE GAS HACIA EL CALENTADOR.....	89
FIGURA 30: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CAPACIDAD INICIAL DE UNA BOMBA EN COMPARACIÓN AL FUNCIONAMIENTO DESEADO	103
FIGURA 31: EL DOMINIO DE LA FALLA DE LA MÁQUINA EN EL TIEMPO	105
FIGURA 32: LÓGICA DE LA SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO: ENFOQUE RCM.....	113
FIGURA 33: COMPARACIÓN ENTRE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y MANTENIMIENTO PROACTIVO	119
FIGURA 34: FASES DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN	131

FIGURA 35: LÍNEA DE TIEMPO DE LA NORMATIVIDAD RELACIONADA AL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ, 1993 – 2003	146
FIGURA 36: EQUILIBRIO DEL CRECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL GAS NATURAL	148
FIGURA 37: NORMATIVA GENERAL DE LA SUPERVISIÓN EN LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL	149
FIGURA 38: NIVELES DE ANÁLISIS PARA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD	156
FIGURA 39: SISTEMAS DE CALENTAMIENTO INDIRECTOS DE BAÑO DE AGUA PARA CALENTAR GAS NATURAL A ALTA PRESIÓN EN EL CITY GATE LURIN – CÁLIDDA	190
FIGURA 40: ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.....	191
FIGURA 41: P&ID SISTEMA DE CALENTAMIENTO – CITY GATE LURIN	198
FIGURA 42: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL.....	204
FIGURA 43: DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURA DE NIVELES PARA LAS UBICACIONES TÉCNICAS	209
FIGURA 44: ESTRUCTURA CODIFICADA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL	211
FIGURA 45: CICLO PHVA APLICADO A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	217
FIGURA 46: ESQUEMA DE LAS 7 PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM .	221

FIGURA 47: ESQUEMA DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	223
FIGURA 48: DESCRIPCIÓN DE LOS MODOS DE FALLA.....	230
FIGURA 49: DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS DE FALLA	231
FIGURA 50: DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM	233
FIGURA 51: HOJA DE DECISIÓN RCM.....	234
FIGURA 52: HOJA DE DECISIÓN RCM. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	236
FIGURA 53: HOJA DE DECISIÓN RCM. PROPOSICIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	238
FIGURA 54: HOJA DE DECISIÓN RCM. ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA EJECUCIÓN DE TAREAS.....	240
FIGURA 55: HOJA DE DECISIÓN RCM. ADJUDICACIÓN DE ESPECIALISTAS EJECUTORES POR TAREA	242
FIGURA 56: CALENDARIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL.....	245
FIGURA 57: PLANIFICACIÓN DE MATERIALES/REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO.....	250
FIGURA 58: EXTRACTO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO	253
FIGURA 59: TENDENCIA DEL MTBF. PERÍODO 2016 – 2017.....	267
FIGURA 60: TENDENCIA DEL MTTR. PERÍODO 2016 – 2017.....	267

FIGURA 61: TENDENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017.....	268
FIGURA 62: TENDENCIA DE INDICADOR DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2017	270
FIGURA 63: TENDENCIA DE COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017.....	272

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: ESTRUCTURA ACCIONARIAL DEL CONSORCIO CAMISEA	40
TABLA 2: DEFINICIÓN DE MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN (MAPO) PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN	49
TABLA 3: RELACIÓN DE POTENCIALES DE ALEACIONES COMÚNMENTE UTILIZADAS	65
TABLA 4: VALORES DEL ÍNDICE DE ALEATORIEDAD DE SAATY (RI) DE ACUERDO AL NÚMERO DE CRITERIOS SOMETIDOS A COMPARACIÓN	99
TABLA 5: INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ	147
TABLA 6: TÍTULOS HABILITANTES SEGÚN ACTIVIDAD	152
TABLA 7: ENTIDADES COMPETENTES PARA LA SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN CONTRACTUAL	152
TABLA 8: SISTEMAS PRINCIPALES QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO	157
TABLA 9: ESCALA DE VALORES PARA COMPARACIÓN ENTRE CRITERIOS	160
TABLA 10: TABLA DE COMPARACIÓN ENTRE CRITERIOS A EVALUAR MEDIANTE VALORACIÓN NUMÉRICA	161
TABLA 11: TABLA RESUELTA DE COMPARACIÓN APAREADA ENTRE CRITERIOS	164

TABLA 12: MATRIZ DE COMPARACIÓN APAREADA DE LOS CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN (W)	165
TABLA 13: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LAS FALLAS	166
TABLA 14: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DETECCIÓN DE LAS FALLAS.....	167
TABLA 15: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE COSTOS ASOCIADOS A LAS FALLAS	168
TABLA 16: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DAÑOS CONSECUCIALES A OTROS EQUIPOS	169
TABLA 17: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DAÑO A LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O SERVICIO.....	170
TABLA 18: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA SEGURIDAD INTEGRAL DE LA PERSONA E HIGIENE INDUSTRIAL	171
TABLA 19: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE.....	172
TABLA 20: EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS EN FUNCIÓN A LOS CRITERIOS SELECCIONADOS	174
TABLA 21: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FALLAS”	175
TABLA 22: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DETECCIÓN DE FALLAS”.....	176
TABLA 23: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE COSTOS ASOCIADOS A LAS FALLAS”	176

TABLA 24: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DAÑOS CONSECUCIONALES A OTROS EQUIPOS”	177
TABLA 25: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DAÑO A LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O SERVICIO”	177
TABLA 26: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA SEGURIDAD INTEGRAL DE LA PERSONA E HIGIENE INDUSTRIAL”	178
TABLA 27: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE”	178
TABLA 28: MATRIZ NORMALIZADA DE COMPARACIÓN APAREADA	180
TABLA 29: MATRIZ DE AUTOVECTORES ($\tilde{\omega}$)	181
TABLA 30: OBTENCIÓN DEL “λ máx”	182
TABLA 31: JERARQUIZACIÓN FINAL POR SISTEMA	185
TABLA 32: RANKING FINAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS POR VALORES DE JERARQUIZACIÓN	186
TABLA 33: TIPOS Y CONFIGURACIONES DE ERP’S	193
TABLA 34: LISTADO GENERAL DE ERP Y ERM (CLIENTES INICIALES) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO	194
TABLA 35: RELACIÓN DE ESTACIONES DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN QUE CUENTAN CON AL MENOS UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PREVIO PARA EL GAS NATURAL ...	196

TABLA 36: TABLA DE CLASIFICACIÓN DE CALENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	197
TABLA 37: DETALLE TÉCNICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO	205
TABLA 38: LISTADO DE FUNCIONES DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	225
TABLA 39: DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS FUNCIONALES	228
TABLA 40: LISTADO DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO, RESPECTIVAMENTE	254
TABLA 41: LISTADO DE FORMATOS DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO	255
TABLA 42: NOMINACIÓN DE GUÍA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO	256
TABLA 43: INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL A LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL	257
TABLA 44: TOTAL DE ACTIVIDADES Y HORAS CRONOLÓGICAS EMPLEADAS EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	261
TABLA 45: ESTRUCTURA DE COSTOS OPERATIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL	261

TABLA 46: LISTADO GENERAL DE DOCUMENTOS PARA GESTIÓN INTEGRAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	264
TABLA 47: COMPARATIVO DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD ENTRE PERÍODOS 2016 Y 2017.....	266
TABLA 48: CUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO 2017	269
TABLA 49: INDICADOR DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2017	270
TABLA 50: COMPARATIVO MENSUAL DE COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017.....	271

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario de comparación apareada entre criterios

ANEXO 2: Jerarquización Final por Sistema

ANEXO 3: Codificación del Sistema de Calentamiento

ANEXO 4: P&ID modelo de una Estación de Regulación de Presión (ERP)

ANEXO 5: P&ID modelo de un Sistema de Calentamiento

ANEXO 6: Análisis de Modos y Efectos de Falla del Sistema de Calentamiento

ANEXO 7: Diagrama de Decisión RCM

ANEXO 8: Hoja Decisión RCM

ANEXO 9: Información Técnica de Intercambiadores de Calor

ANEXO 10: Información Técnica de Calentadores

ANEXO 11: Plan de Mantenimiento Integral del Sistema de Calentamiento del Gas Natural (F-MAN-001)

ANEXO 12: Planificación de Repuestos y Materiales para el Mantenimiento del Sistema de Calentamiento

ANEXO 13: Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-001)

ANEXO 14: Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-002)

ANEXO 15: Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-003)

ANEXO 16: Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)

- ANEXO 17: Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento (I-MAN-001)
- ANEXO 18: Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución (F-MAN-002)
- ANEXO 19: Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT (F-MAN-003)
- ANEXO 20: Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT (F-MAN-004)
- ANEXO 21: Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS (F-MAN-005)
- ANEXO 22: Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT (F-MAN-006)
- ANEXO 23: Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT (F-MAN-007)
- ANEXO 24: Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT (F-MAN-008)
- ANEXO 25: Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI (F-MAN-009)
- ANEXO 26: Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI (F-MAN-010)
- ANEXO 27: Formato de Mantenimiento de Válvulas de Alivio (F-MAN-011)
- ANEXO 28: Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)

I. ASPECTOS GENERALES

El suministro de Gas Natural a los clientes finales debe efectuarse a una presión que sea compatible con las características de diseño de sus equipos de consumo energético. Para ello, se hace necesario contar con Estaciones de Regulación de Presión en diversos puntos del Sistema de Distribución de Lima y Callao, muchas de las cuales, por el nivel de reducción de presión que desempeñan, requieren de la presencia de un Sistema de Calentamiento del Gas Natural que eleve la temperatura del Gas Natural para así compensar la disminución de su valor provocada colateralmente por el Efecto Joule – Thomson durante dichas caídas bruscas de presión.

Al respecto, es de vital importancia que el Sistema de Calentamiento se encuentre disponible para entrar en operación cuando el proceso de distribución así lo demande; no obstante, esto no necesariamente era reflejado en la realidad, ya que se registraban una serie de fallas que impedían su funcionamiento ininterrumpido. Esto podía deberse a muchas causas, entre ellas que, por ejemplo, el mantenimiento del Sistema de Calentamiento estaba basado más en el criterio de los colaboradores o en recomendaciones del fabricante más que en un plan ordenado y estructurado. También resaltaba el hecho de que no existía la trazabilidad necesaria en la ejecución de las actividades, ni documentación para la gestión integral del proceso que permita estandarizar las actividades y establecer registros que evidencien el cumplimiento de lo programado. Y pues, mucho menos, se hacían mediciones del rendimiento de los equipos, lo cual no permitía llevar un control del desempeño del mantenimiento llevado a cabo.

Por lo tanto, en medio de dicha situación y al no llevarse a cabo un adecuado Plan de Mantenimiento de manera Integral al Sistema de Calentamiento del Gas Natural presente en cada una de las Estaciones de Regulación de Presión que así lo requieren, éste queda

inminentemente expuesto a la posible ocurrencia de cualquier de falla, poniendo así en riesgo la continuidad del suministro en el Sistema de Distribución de Lima y Callao al asumir las consecuencias de no haber una adecuada temperatura de operación para el Gas Natural; por lo que la problemática se planteó de la siguiente manera:

¿Cómo implementar un Plan de Mantenimiento Integral para el Sistema de Calentamiento del Gas Natural en las Estaciones de Regulación de Presión del Sistema de Distribución de Lima y Callao, a fin de lograr mantener el valor de su temperatura dentro del rango de operación adecuado?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Implementar un Plan de Mantenimiento Integral para el Sistema de Calentamiento del Gas Natural en las Estaciones de Regulación de Presión del Sistema de Distribución de Lima y Callao, a fin de lograr mantener el valor de su temperatura dentro del rango de operación adecuado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Efectuar una prospección preliminar del entorno operativo y funcional de la Industria del Gas Natural en su etapa de Distribución a fin de establecer los criterios básicos para la proyección del Plan de Mantenimiento Integral.
- Argumentar la aplicación de la metodología RCM sobre el Sistema de Calentamiento del Gas Natural en base a los propósitos

requeridos por la compañía y desarrollar progresivamente cada una de sus etapas, iniciando con el Análisis de Modos, Efectos y Consecuencias de Fallas para así obtener información básica que servirá como fuente de apoyo de cara a la elaboración del Plan de Mantenimiento Integral.

- Disponer el Plan de Mantenimiento Integral en línea con Proceso de Decisión de RCM, organizar su estructura por medio de la consolidación y distribución racional de las tareas seleccionadas en categorías de mantenimiento, y brindar información de apoyo logístico para la administración del stock de repuestos y materiales de mantenimiento; todo esto a fin de alcanzar una apropiada gestión de fallas en el Sistema de Calentamiento del Gas Natural.
- Elaborar documentación de gestión y soporte durante la ejecución del Plan de Mantenimiento Integral para establecer mecanismos de control de su ejercicio y medición del grado de utilidad que éste manifiesta sobre la operación del Sistema de Distribución de Gas Natural.

1.2 Organización de la Empresa o Institución

1.2.1 Antecedentes Históricos

Cálidda - Gas Natural de Lima y Callao S.A. es una empresa peruana que tiene la concesión del Estado por un plazo de 33 años prorrogables para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Su principal accionista es el Grupo Energía Bogotá, líder empresarial del sector energético con presencia en Colombia, Brasil, Perú y Guatemala. Siendo el año 2004 el periodo en el que se da inicio a las operaciones de distribución de gas natural por red de ductos, Cálidda es la empresa pionera en brindar este moderno servicio público en el

Perú, contribuyendo así a la mejora en la calidad de vida de la población y a la preservación de nuestro medio ambiente. El compromiso de Cálidda es cumplir con los parámetros y requerimientos de confiabilidad, calidad, eficiencia y continuidad establecidos en las leyes aplicables a este tipo de negocio.

1.2.2 Filosofía Empresarial

Misión

Cálidda es una empresa que brinda los beneficios del Gas Natural a la comunidad, a través del manejo seguro del sistema de distribución, ofreciendo un valor agregado a los clientes, trabajando responsablemente con altos estándares de calidad con un equipo humano comprometido, innovador y eficiente.

Visión

Ser en el año 2024 la mejor empresa de distribución de Gas Natural a nivel nacional, reconocida por haber logrado la masificación del gas natural en el departamento de Lima y Callao y por brindar un servicio de calidad con estándares de clase mundial.

Política:

Con el propósito de asegurar que las operaciones del negocio se lleven a cabo con excelencia y generación de valor compartido y asegurando el cumplimiento de los Derechos Humanos (DDHH), Cálidda asume los siguientes compromisos:

1. Proteger la seguridad y la salud de todos los colaboradores, identificando los peligros, evaluando los riesgos y estableciendo controles.
2. Gestionar de manera temprana, proactiva y bajo principios de prevención los riesgos e impactos que puede generar la operación.

3. Contribuir con la prevención de la ocurrencia de lesiones y enfermedades ocupacionales, enmarcadas en una cultura de autocuidado.
4. Contribuir con el desempeño ambiental, la prevención de la contaminación y la protección del ambiente en el desarrollo de las actividades.
5. Mantener un relacionamiento cercano para generar confianza con los grupos de interés a través de una comunicación estratégica
6. Promover e impulsar una cultura no discriminatoria, ceñida e la equidad laboral, y reafirmando la igualdad entre hombres y mujeres.
7. Contribuir al desarrollo social y económico responsable en las comunidades donde opera.
8. Gestionar alianzas estratégicas con instituciones comprometidas con la sostenibilidad, la equidad, los derechos humanos, la lucha contra la corrupción y el respeto por el ambiente.
9. Afianzar las prácticas anti corrupción, actuando bajo los valores corporativos, y los principios generales de la ética y la transparencia.
10. Buscar continuamente la satisfacción de los clientes en el sector energético, y brindar información oportuna, confiabilidad y rentabilidad a los accionistas.
11. Dar cumplimiento a la legislación aplicable, así como los compromisos que Cálidda suscriba,
12. Mejorar continuamente la eficacia de los sistemas de gestión adoptados por Cálidda.

1.2.3 Estructura Organizacional

La estructura orgánica de la empresa Cálidda – Gas Natural de Lima y Callao S.A. está configurada de la siguiente manera:

- Gerencia General
- Gerencia de Operaciones
- Gerencia Comercial
- Gerencia Financiera y Administrativa
- Gerencia de Asuntos Regulatorios y Legales
- Gerencia de Gestión Humana
- Gerencia de Relaciones Externas
- Gerencia de Auditoría
- Gerencia de Abastecimiento

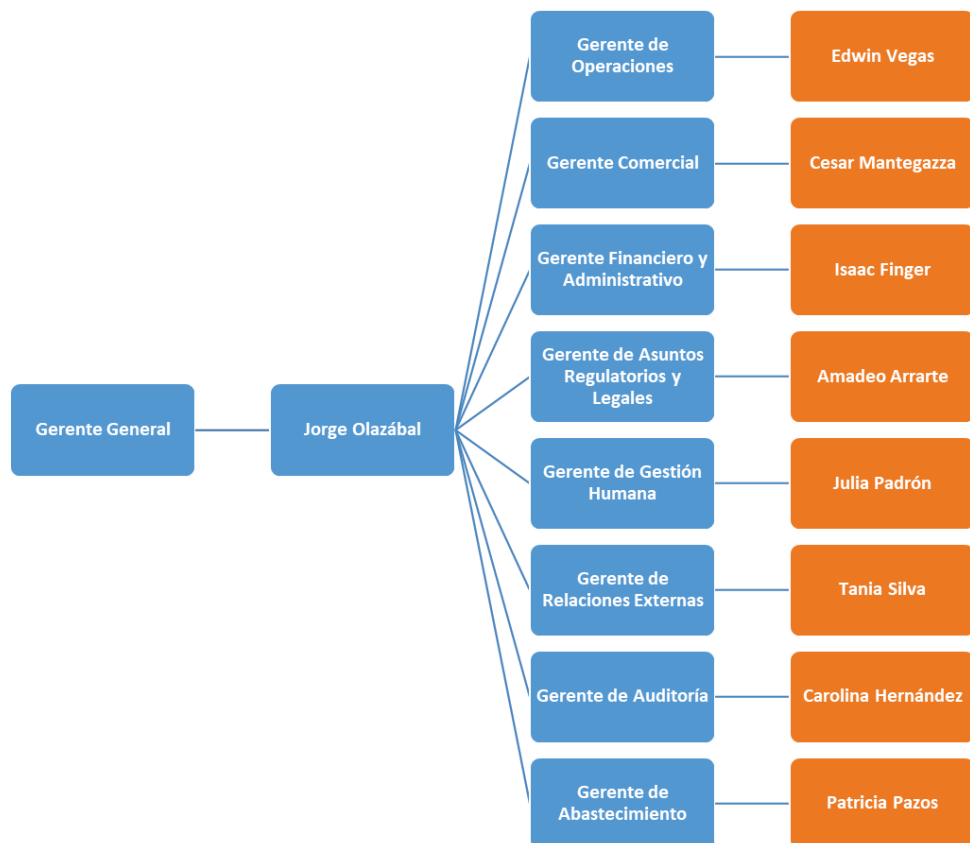
Mientras que la Subgerencia de Mantenimiento está dispuesta como se detalla a continuación:

- Gerente de Operaciones
- Subgerente de Mantenimiento
- Coordinador de Planeamiento y Servicio a Grandes Clientes
 - Ingeniero de Planeamiento y Servicio a Grandes Clientes
 - Asistente de Planeamiento y Servicio a Grandes Clientes
- Coordinador de Integridad
 - Ingeniero de Integridad
 - Técnico de Integridad
- Coordinador de Plan de Prevención de Daños
 - Analista de Plan de Prevención de Daños
 - Técnico de Plan de Prevención de Daños
 - Técnico de Sistema de Información Geográfica

- Supervisor de Mantenimiento de Estaciones
 - Técnico de Mantenimiento de Estaciones

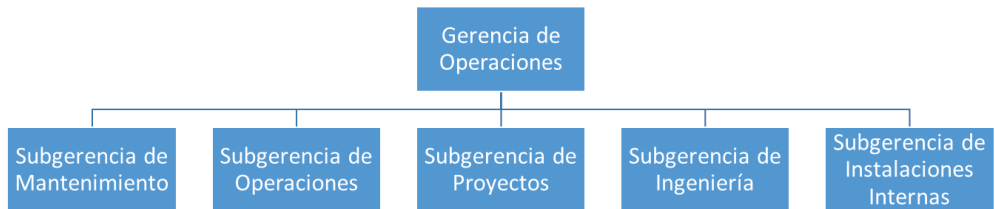
- Supervisor de Mantenimiento de Redes
 - Técnico de Mantenimiento de Redes

**FIGURA 1: ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA
CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.**



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA GERENCIA DE OPERACIONES EN LA EMPRESA CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.



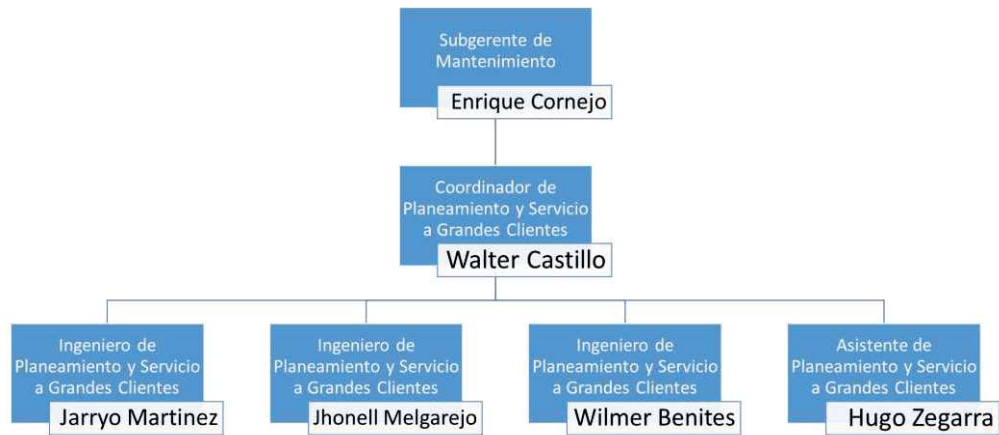
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 3: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA CÁLIDDA – GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4: ORGANIGRAMA DE LA COORDINACIÓN DE PLANEAMIENTO Y SERVICIO A GRANDES CLIENTES



Fuente: Elaboración propia.

Como Asistente de Planeamiento y Servicio a Grandes Clientes, asumo la función de colaborar en las actividades de planificación, consolidación, programación, elaboración y reporte de las diversas tareas de operación y mantenimiento con el objeto de asegurar el cumplimiento de las metas propuestas. Controlar y publicar las métricas e indicadores de desempeño del proceso de mantenimiento, así como proponer acciones de mejora y optimización del mismo. Elaborar y consolidar información respecto de los recursos y variables que impactan en el Planeamiento del Mantenimiento.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Bases Teóricas

2.1.1.1 Antecedentes y Estructura de la Industria del Gas Natural en el Perú

A lo largo de los años, desde el inicio del Proyecto Camisea, el consumo de gas en el Perú se ha ido incrementando de manera exorbitante, esto debido a diversos factores, tales como el ahorro económico que éste representa como insumo energético, la mayor eficiencia que provoca en los equipos consumidores, su alto poder calorífico, la disminución de emisiones contaminantes al ambiente por combustión limpia en comparación a otros combustibles, la continuidad del suministro gracias al servicio de distribución por red de ductos, su naturaleza no tan peligrosa por ser menos pesado que el aire (rápida disipación), entre otros. Uno de los mayores impactos del gas natural, por ejemplo, ha sido el desplazamiento que éste hizo del diésel, carbón y GLP para la generación eléctrica, cambio que ha repercutido en las tarifas de energía eléctrica, aminorando los costos de las mismas.

Es así que, gracias al apoyo del Estado Peruano a través de incentivos de masificación y promoción del desarrollo de la industria del gas natural, éste recurso ha contribuido a la diversificación de la Matriz Energética en nuestro país, estableciendo una competitividad radical respecto de otros energéticos y luchando por acabar poco a poco con la coyuntura petróleo-dependiente que actualmente se vive a nivel mundial.

El mercado del gas natural en el Perú está estructurado por una serie de etapas que conforman su cadena de suministro, las cuales a su vez pueden ser divididas en dos grandes sectores: el Upstream y el Downstream del gas natural.

- **Upstream del gas natural**

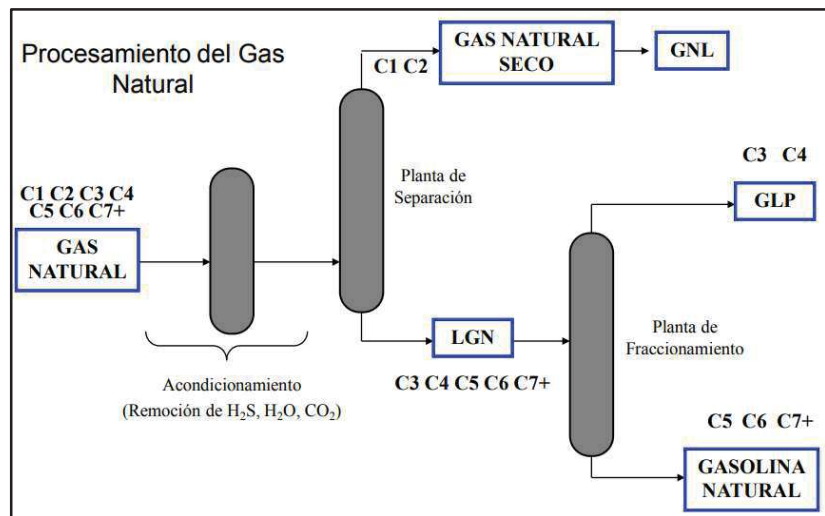
Este gran sector comprende los procesos de exploración, explotación/producción y procesamiento de gas natural, los cuales son desarrollados en determinadas áreas denominadas lotes (extensiones de terrenos otorga en concesión a aquellas empresas dispuestas a invertir en descubrimiento y extracción de hidrocarburos), y se caracteriza económicamente por ser un sector que se desarrolla en un mercado competitivo, lo cual establece un marco de libertad de dichas actividades, traduciéndose en precios a boca de pozo no regulados (A excepción del gas natural extraído del Lote 8, cuyo precio se encuentra sujeto a las condiciones del contrato establecido entre el Consorcio Camisea y el Estado Peruano). Según la publicación “¿Qué significa el Proyecto Camisea?” hecha por la Oficina de Estudios Económicos del OSINERGMIN en Octubre del 2006 (Documento de trabajo N°23), esta fase involucra las etapas de extracción y explotación y no es considerada un monopolio natural dado que la estructura de la industria presenta costos marginales crecientes y costos fijos no tan altos en comparación al tamaño del mercado que abastece. Se dice que existen costos marginales crecientes dado que primero son explotados los yacimientos de gas más accesibles y conforme estos se agotan, se explotan los menos accesibles, representando ello un incremento en los costos. Por otro lado, los costos fijos no son tan altos, dado que el tamaño de la infraestructura que se requiere para la extracción no es tan alto.

- **Exploración:** Consiste en la búsqueda y descubrimiento de yacimientos de gas natural, para luego proceder con la explotación de los mismos. Esto se logra mediante un estudio geológico y reconocimiento de estructuras rocosas, utilizando técnicas y equipos sofisticados para determinar la ubicación de los yacimientos, asumiendo a la vez, el riesgo de fracasar en la exploración. Asimismo, se cuantifican las posibles reservas que contienen los yacimientos mediante la perforación de los pozos cuya presencia ha sido previamente confirmada. De esta manera se definen las dimensiones para poder estimar la cantidad de gas que va poder extraerse de dicho reservorio. Por último, se determinan las características físicas y químicas del producto obtenido en el muestreo llevado a cabo durante la actividad de perforación.

- **Explotación/Producción:** Consiste en extraer el gas natural, a través de técnicas de diversos equipos y métodos, desde la profundidad de los reservorios naturales subterráneos hacia la superficie y acondicionarlo (eliminación de impurezas, separación de otros hidrocarburos, etc.) para poder ser transportado posteriormente a través de ductos (gas seco y/o líquidos). Por lo general, la presión interna a la que se encuentra el gas dentro del yacimiento es mayor que la presión atmosférica, panorama en el que no habría que hacer intervenir agentes externos para que fluya hacia la superficie sin problemas. No obstante, también puede darse el caso en el que el gas se encuentre a menor presión que la atmosférica o que conforme se haya ido explotando el reservorio, este haya perdido presión; en tal caso, ya sería necesario el uso de sistemas de compresión u otros métodos más complejos para promover su ascendencia.

- **Procesamiento:** Luego de extraer el gas de los reservorios naturales, es necesario acondicionarlo para que sus características cumplan con los estándares mínimos de calidad, así como con la normativa vigente y los procesos regulatorios. En ese caso, es necesario que la materia extraída pase por una serie de tratamientos (que varían para cada tipo de yacimiento), los cuales serán detallados rápidamente a continuación:
 - **Acondicionamiento:** Consiste en eliminar los contaminantes para cumplir con las especificaciones de seguridad y no perjudicar los procesos que se dan aguas abajo. Comprende las operaciones de filtrado de partículas sólidas, remoción de gases ácidos, deshidratación (para obtención de gas seco y evitar la formación de hidratos) y eliminación de mercurio.
 - **Recuperación de hidrocarburos líquidos:** Dependiendo de la composición del gas extraído, en esta fase se retiran hidrocarburos líquidos valiosos tales como etano, propano, GLP y gasolina natural. Los procesos generalmente utilizados son: absorción con aceites livianos refrigerados, refrigeración externa y turboexpansión.
 - **Fraccionamiento de líquidos de gas natural**
 - **Separación de hidrocarburos livianos y producción de condensado suficientemente estable (control de la presión de vapor):** Esto para su almacenamiento y su posterior utilización o procesamiento.

FIGURA 5: PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL



Fuente:

<http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion Plantas Procesamiento de Gas Natural.pdf>

- **Downstream del gas natural:**

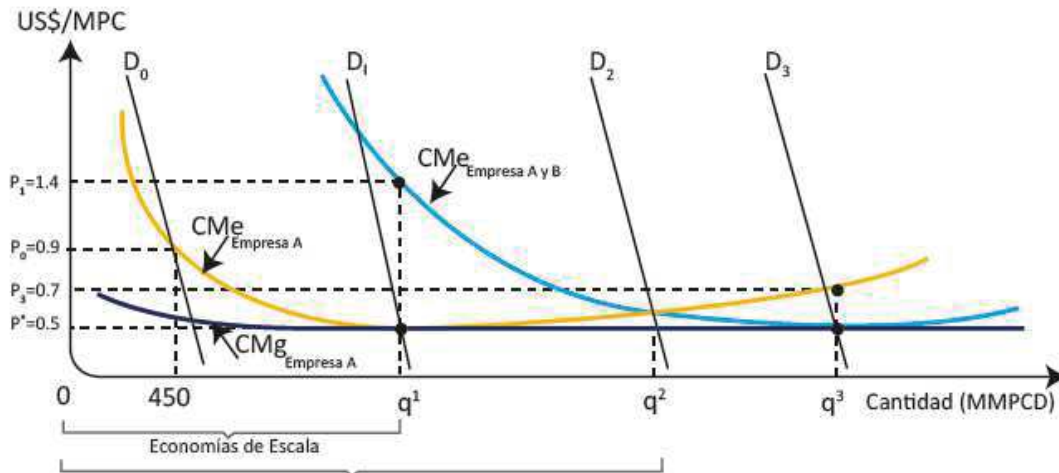
Este otro sector comprende las etapas de transporte y distribución hacia los usuarios finales. Al igual que en el upstream, estas actividades requieren de importantes inversiones para afrontar los costos de instalación de los sistemas de abastecimiento. Estas inversiones tienen la especial singularidad de no ser recuperables y de obedecer específicamente a la naturaleza del negocio, debido a que no es posible convertir o trasladar a otros usos la infraestructura instalada, en caso que las empresas en operación prescindan de continuar con el servicio otorgado en concesión. Tales inversiones son consideradas costos hundidos irreversibles, los cuales a su vez producen una asimetría esencial entre las compañías ya establecidas y aquellas con entrada potencial. Esto se debe a que actúan como si fuesen barreras a la entrada, lo cual

permite, más que nada en las actividades de transporte y distribución (downstream), que las empresas gocen de cierto grado de dominio monopólico, motivo principal para que sea necesaria su regulación.

Otra particularidad del downstream, es la existencia de economías de escala ligadas a la construcción y operación de las redes de suministro. Los elevados montos de inversión para implementar el sistema y los bajos costos marginales asociados a la interconexión de consumidores adicionales, generan que la presencia de economías de escala a bajo estas condiciones resulte significativa en comparación a la magnitud de la demanda. Esto implica la aparición de subaditividad de costos, característica esencial de los monopolios naturales. Es por ello que se requiere regular los distintos procesos relacionados a esta industria con la finalidad de evitar alguna falla por poderío de mercado, asegurando de esta manera que los precios sean justos, un nivel de producción adecuado, buena calidad de servicio, evitar duplicidad innecesaria de infraestructura, corregir problemas de distribución, entre otros.

El OSINERGMIN, en una publicación hecha en el 2014, nos muestra un ejemplo que explica la presencia de economías de escala y la subaditividad de costos:

FIGURA 6: ESTRUCTURA DE COSTOS EN TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL



Donde:

$CMe_{\text{Empresa A}}$: Costo medio de la empresa A.

$CMe_{\text{Empresa A y B}}$: Costo medio de dos empresas (de A y B).

$CMg_{\text{Empresa A}}$: Costo marginal de la empresa A.

D_0 : Demanda inicial del mercado que demanda una cantidad de 450 MMPCD.

D_1 : Demanda del mercado en el año "t1" que demanda una cantidad q_1 .

D_2 : Demanda del mercado en el año "t2" que demanda una cantidad q_2 .

D_3 : Demanda del mercado en el año "t3" que demanda una cantidad q_3 .

MMPCD: Millones de pies cúbicos por día.

MPC: Miles de pies cúbicos.

US\$: Dólares norteamericanos.

Subaditividad de costos:

"Una empresa puede proveer un bien o servicio, al mercado completo, a un menor precio del que ofrecerían dos o más empresas"

Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

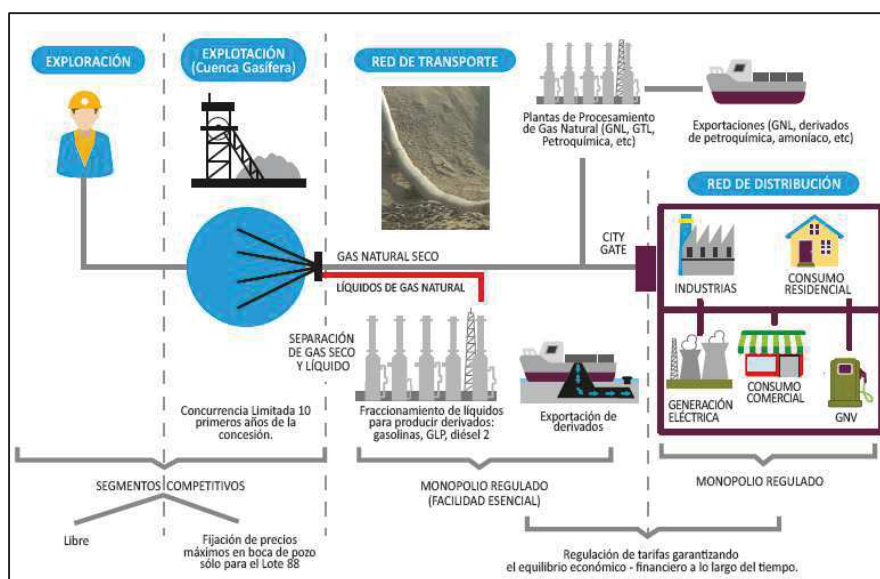
- **Transporte:** Caracterizado por comportarse como monopolio natural, consiste en trasladar el gas desde el pozo hasta una red de transmisión de alta presión. El Gas Natural (GN) y los Líquidos de GN (LGN) pueden ser transportados mediante tuberías a través de grandes extensiones; estas instalaciones toman el nombre de Sistemas de Transporte por Ductos (STD) de Gas Natural (STD-GN) y de Líquidos de Gas Natural (STD-LGN) y Flowlines si se trata de Sistemas de Recolección y/o Inyección desde los Pozos Productores o Inyectores (en los yacimientos) hasta las Plantas de Procesamiento.

En lo que respecta al Proyecto Camisea, como ya hemos mencionado, existen 2 tipos de productos transportados: Gas Natural Seco y Líquidos de Gas Natural (LGN). En lo que concierne al Proyecto Camisea, el ducto que transporta GN está constituido por un gasoducto de aproximadamente 729 km, que se inicia en la cuenca amazónica del río Malvinas, en el departamento de Cusco, atraviesa la Cordillera de los Andes, llega a las costas del Océano Pacífico y finaliza en el Punto de Entrega, ubicado en Lurín. El gasoducto recorre aproximadamente 208 km con un diámetro de 32", continúa a lo largo de 310 km con un diámetro de 24" y termina tras 211 km con un diámetro de 18". El sistema de transporte de LGN está constituido por un poliducto de aproximadamente 557 km, el cual comienza en el mismo punto del gasoducto y finaliza en Playa Lobería (Pisco). Al igual que el gasoducto, es un ducto telescópico pero de 14" y 10" de diámetro.

- **Distribución:** Esta etapa también se caracteriza por comportarse como un monopolio natural. Consiste en distribuir el gas natural a los consumidores finales a través de una red de ductos de diversas presiones de operación, desde los

puntos de transferencia de custodia (límite con la etapa de transporte) hasta las estaciones y/o acometidas de los clientes, tales como hogares, comercios, industrias, establecimientos de GNV, centrales térmicas, entre otros. El gas natural distribuido debe ser previamente odorizado a fin de proveerle un olor característico para ser reconocido ante posibles fugas.

FIGURA 7: ESTRUCTURA DEL SUMINISTRO DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ



Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

Antecedentes del Proyecto Camisea

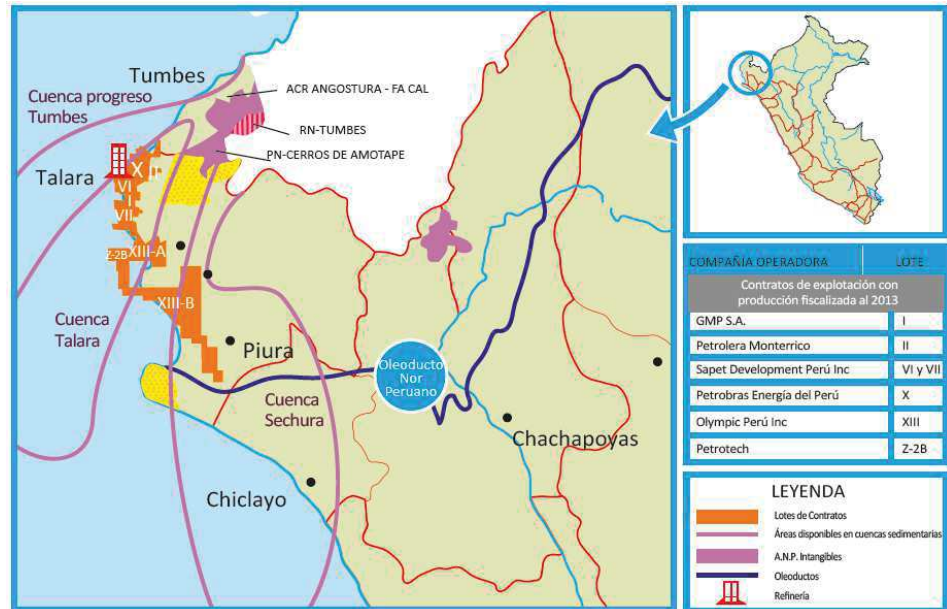
Previo a la entrada en operación del Proyecto Camisea, la industria del gas natural no tenía mayor influencia en el desarrollo de la nación, tal es así que se centralizaba básicamente sólo en dos zonas de nuestro país:

- **Yacimiento gasífero de Aguaytía:** Localizado en la provincia de Curimaná, Ucayali, a 75 Km. al oeste de la ciudad de Pucallpa (lote 31-C) y a 475 Km. al noreste de la ciudad de Lima. Los inicios del Proyecto Integral de Aguaytía se remontan a 1961, año en el que Mobil Oil Co. del Perú descubrió el yacimiento. Más adelante este yacimiento revirtió al Estado Peruano hasta el año 1993 en que se convocó una licitación para la explotación del yacimiento en

mención. Posteriormente, el 30 de marzo de 1994, se firmó el «Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 31-C», entre The Maple Gas Corporation del Perú (operador inicial) y PERUPETRO S.A. Sin embargo, en 1996 se cedió el control del proyecto a la empresa Aguaytia Energy del Perú S.R.L, mediante la firma de una modificatoria del Contrato de Licencia, entrando en operación comercial en 1998. (Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria – División de Gas Natural OSINERGMIN. Publicación “Regulación del Gas Natural en el Perú: Estado del Arte al 2008”. 2008)

- **Yacimientos gasíferos de la Costa Norte:** Localizados en la cuenca petrolera de Piura y Tumbes. El gas obtenido de estos yacimientos se presenta asociado al petróleo extraído, por lo cual sus costos de producción son relativamente bajos. En la actualidad, son 6 lotes los que producen gas natural, cuyo destino final es direccionado al consumo de las empresas pesqueras del norte, generación eléctrica, y para estaciones de gas natural comprimido. Dichos lotes son explotados por las siguientes empresas:
 - Lote I: Graña y Montero Petrolera S.A.
 - Lote II: Petrolera Monterrico S.A.
 - Lote VII_VI: Sapet Development Peru INC. Sucursal Peru
 - Lote X: CNPC Peru S.A.
 - Lote XIII: Olympic Peru INC. Sucursal del Perú
 - Lote Z-2B: Saia Peru S.A.

FIGURA 8: LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS YACIMIENTOS GASÍFEROS DE LA COSTA Y EL ZÓCALO NORTE

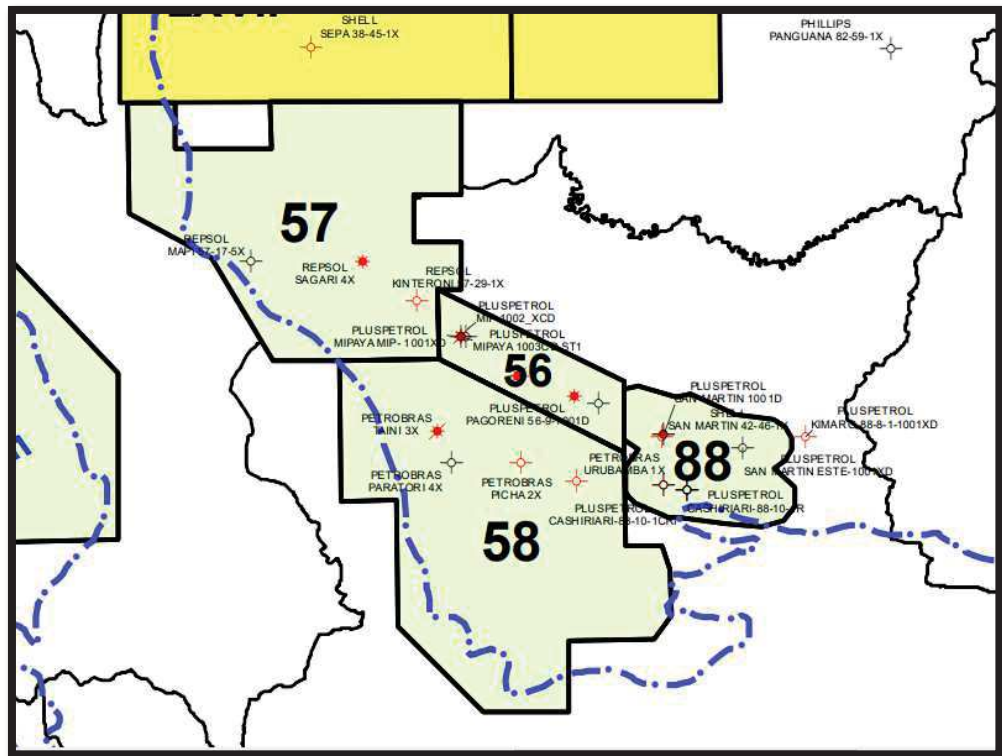


Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

2.1.1.2 Agentes interventores del Proyecto Camisea

Hubo muchos hitos a lo largo de la historia desde el inicio del Proyecto Camisea, iniciando con el contrato suscrito entre el Estado y la empresa Shell Exploradora y Productora en 1981, para fines de exploración de presencia de hidrocarburos en la Selva Sur del Perú. Sin embargo, no fue sino hasta entre los años 1984 y 1988 que se descubrieron reservas de gas natural en la Región de Camisea (Cusco), específicamente en los yacimientos de San Martín, Cashiriari y Mipaya.

FIGURA 9: LOTES DE CAMISEA



Fuente: Mapa de Lotes de contrato y pozos exploratorios (Perupetro)

Posteriormente, a inicios de la década del 90, el Estado suscribió un convenio con Shell International Petroleum para evaluar el potencial comercial de estos 3 yacimientos, entregándose en 1995 el estudio de factibilidad, para así en 1996 firmar un contrato de explotación de los Lotes 88A y 88B por 40 años a cargo del consorcio formado entre Shell (42.5%) y Mobil (57.5%).

La primera etapa de este contrato comprendía analizar la factibilidad del negocio del gas natural desde su extracción (perforación de pozos exploratorios, reprocesamiento de 250 km de líneas sísmicas) hasta su comercialización, para así, dar paso al tendido de dos ductos a la Costa Central (Lima – Ica): Uno para gas seco y otro para líquidos de gas natural.

La segunda etapa comprendía el desarrollo de los yacimientos, la construcción de una planta de separación de líquidos, y el tendido de ductos hasta la Costa Central. También se construiría una Planta de Fraccionamiento y se darían facilidades para el despacho de hidrocarburos.

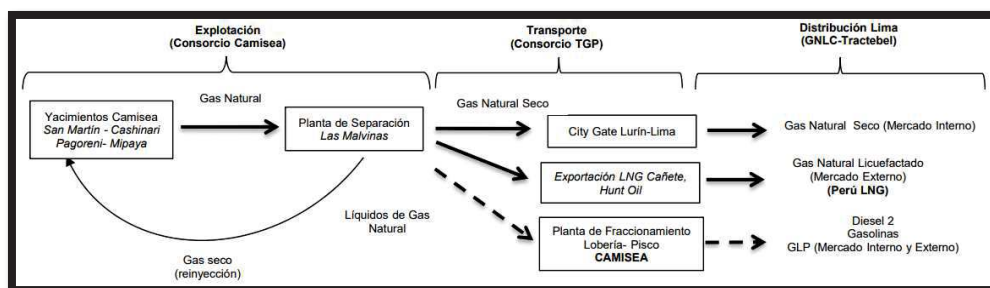
La tercera y última fase comprendería desde la culminación de la segunda etapa hasta cumplir con la concesión de 40 años para la explotación.

Sin embargo, luego de haber culminado la ejecución de la primera etapa (Julio 1998), el consorcio Shell-Mobil optó por abandonar el proyecto, fundamentalmente por 3 motivos:

- La falta de acuerdo sobre la tarifa de generación eléctrica.
- El no haber incluido todas las etapas que conforman la cadena de valor del gas natural dentro del alcance del contrato.
- La poca rentabilidad que significaba la relativamente baja producción de gas natural que el mercado nacional podía asumir.

Ante el retiro del consorcio Shell–Mobil, la totalidad de las reservas probadas de gas hasta ese entonces revierten al Estado a costo cero. Es así que la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) decidió llevar adelante la promoción del Proyecto Camisea a través del Comité Especial del Proyecto Camisea (CECAM) esquematizándose en 2 corrientes: Upstream (Explotación) y Downstream (Transporte y Distribución). Para ello, se convocó a una licitación internacional para adjudicar los contratos de licencia de explotación de los hidrocarburos de Camisea y la concesión correspondiente a las actividades de transporte de gas seco y líquidos de gas natural a la Costa, así como la distribución en Lima y Callao.

FIGURA 10: ESQUEMA DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO CAMISEA



Fuente:

<http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/PCR%20PCAM.pdf>

De esta manera, el Proyecto Camisea fue tomando cuerpo de la siguiente forma:

- Inicialmente, en febrero del año 2000, se otorga la licencia de explotación, separación y fraccionamiento de hidrocarburos, mediante la cual, este paquete de actividades es adjudicado al denominado “Consortio Camisea” por una duración de 40 años. Dicho Consortio se encontraba formado por las siguientes empresas: Pluspetrol (Argentina, 36%), Hunt Oil Co. (USA, 36%), SK Corp. (Corea, 18%) e Hidrocarburos Andinos (Argentina, 10%). Este consorcio propuso una regalía de 37.24% sobre sus ingresos brutos, siendo el postor con mayor porcentaje ofrecido. Actualmente, el Consortio Camisea se encuentra conformado de la siguiente manera:

**TABLA 1: ESTRUCTURA ACCIONARIAL DEL CONSORCIO
CAMISEA**

Consortio Camisea	Participación
Pluspetrol Perú Corp.S.A. (Operador)	2.20%
Pluspetrol Lote 56 S.A.	25.00%
Hunt Oil Company of Peru L.L.C., Sucursal del Perú	25.20%
Repsol Exploración Perú, Sucursal Perú	10.00%
SK Innovation, Sucursal Peruana	17.60%
Sonatrach Peru Corp. SAC	10.00%
Tecpetrol Bloque 56 SAC	10.00%
Total	100.00%

Fuente: Pluspetrol Camisea S.A.

Para llevar a cabo este período, se tuvo que cumplir con lo estipulado en la primera etapa del contrato, la cual consta de los trabajos de sísmica 3D, la habilitación del sistema de explotación de hidrocarburos (pozos, ductos de recolección y reinyección, planta de separación de líquidos, planta de compresión de gas seco y facilidades para el procesamiento, almacenamiento y despacho en el área de Camisea) y la instalación de una planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural (Playa Loberío – Pisco). Es así que, el gas extraído de los lotes de Camisea es derivado hacia la Planta de Separación de Malvinas a fin de obtener, por un lado, (i) gas seco, y por otro lado, (ii) líquidos de gas natural, los cuales serán destinados a la Planta de Fraccionamiento de Pisco, donde se obtendrán productos derivados tales como GLP, gasolinas, entre otros. El gas seco producido es utilizado para 2 líneas de negocio:

- Abastecer la demanda interna, como por ejemplo, mediante la distribución a través de red de ductos en Lima-Callao e Ica.

Este proviene del Lote 88 y es destinado exclusivamente para el mercado nacional.

- Para su criogenización en la Planta de Licuefacción que se encuentra a cargo de la empresa PERU LGN, con la finalidad de vender gas natural licuado al exterior y cuyo precio se encuentra regulado contractualmente. Este gas proviene del Lote 56 y está predestinado para su exportación.

Es preciso indicar que los líquidos de gas natural aprovechados en la Planta de Fraccionamiento de Pisco (operada también por Pluspetrol), son provenientes de los Lotes 56 y 88. Así también, los productos derivados que se obtienen no cuentan con precios regulados. En junio del 2004 se pone en marcha la extracción comercial correspondiente al Proyecto Camisea-Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 88 (Abastecimiento de la demanda interna). Se reúnen Pluspetrol Peru Corporation S.A. (Operador del Consorcio Camisea en la extracción) y Perupetro (ente supervisor y fiscalizador de la extracción de hidrocarburos) en la Planta de Separación de Malvinas, ubicada en el área de Camisea, provincia de La Convención, para iniciar las operaciones de medición de los hidrocarburos fiscalizados y la presurización del gasoducto de transporte desde Camisea hasta Lima. De esta manera, comienza la fase de explotación de los yacimientos de Camisea.

- Un segundo paso en la cadena de suministro del gas natural lo conforma el transporte del mismo en sus fases gaseosa y líquida. Esta operación consiste en trasladar gas seco y LGN hacia la Costa a través de ductos diferentes. Es así que en octubre del año 2000, el Estado adjudica la concesión de esta actividad, por una duración de 33 años, al consorcio liderado por la empresa Tecgas NV (propiedad perteneciente 100% al Grupo Techint - Argentina, 30%),

con la intervención adicional de las empresas Pluspetrol Resources Corporation (Argentina, 19.2%), Hunt Oil Company (USA, 19.2%), SK Corporation (Corea, 9.6%), Sonatrach Petroleum Corporation BVI (Argelia, 10%) y Graña y Montero (Perú, 12%), formando así un consorcio para la construcción, operación y mantenimiento del sistema de transporte y distribución de gas natural. Posteriormente, este consorcio conformó lo que hoy en día conocemos como la empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP), cuyo sistema desarrollado es operado actualmente por la Compañía Operadora de Gas del Amazonas (COGA), mientras que la infraestructura instalada es mantenida operativamente por Techint S.A.C. Realmente, como ya hemos mencionado, TGP es una compañía constituida por la unión del mencionado consorcio, con la finalidad de desarrollar y operar la totalidad del proyecto de transporte y distribución de gas natural en Lima y Callao; sin embargo, ésta última actividad fue cedida a la empresa Tractebel (Bélgica) en mayo del 2002, dado que en el contrato de distribución otorgado a TGP se hallaba una cláusula que establecía ceder esa posición del negocio a otra empresa calificada.

- Es así que, finalmente, pasamos a la fase de distribución de GN en Lima y el Callao (etapa en la cual enfocaremos el presente informe), actividad que, como ya mencionamos, fue cedida a Tractebel (Bélgica) en mayo de 2002, tal como se estipulaba en los compromisos del contrato suscrito con TGP. Tractebel formó la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A. (GNLC), que en la actualidad es conocida comercialmente como Cálidda, la cual inició operaciones de distribución de gas a través de la red de ductos en agosto del 2004, previa puesta en funcionamiento del City Gate de Lurín (punto de transferencia de custodia) dañado, atendiendo inicialmente a siete clientes que apostaron por el consumo de gas natural:

- Empresa de Generación Termoeléctrica Ventanilla
- Sudamericana de Fibras
- Alicorp
- Cerámica Lima
- Corporación Cerámica
- Cerámica San Lorenzo
- Vidrios Industriales (Hoy en día Owen Illinois Perú)

Cabe resaltar que la actividad de distribución de gas natural a través de ductos es operada comercialmente en la concesión de Ica (Pisco, Ica, Chincha, Nasca y Marcona) por la empresa Contugas S.A.C., la cual le fue otorgada por el Estado Peruano en 2009, teniendo como inicio de operaciones en abril de 2014 contemplando la construcción de un gasoducto de 260 km y más de 74 km de ramales.

Asimismo, entre las actividades reguladas, por considerarse monopolios naturales, también están aquellas concesiones otorgadas por el Estado peruano, que tienen como objetivo la inserción del uso del Gas Natural a través de abastecimiento por gasoductos virtuales. Están: el Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de la Concesión Norte (Lambayeque, La Libertad, Ancash y Cajamarca), operado por Gases del Pacífico S.A.C (Concesión otorgada por el Estado Peruano en octubre de 2013 mediante R. S. N° 067-2013-EM), así como el Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de la Concesión Sur Oeste (Arequipa, Moquegua y Tacna), operado por Gas Natural Fenosa Perú S.A. (Concesión otorgada por el Estado Peruano en octubre de 2013 mediante R.S. N° 068-2013-EM).

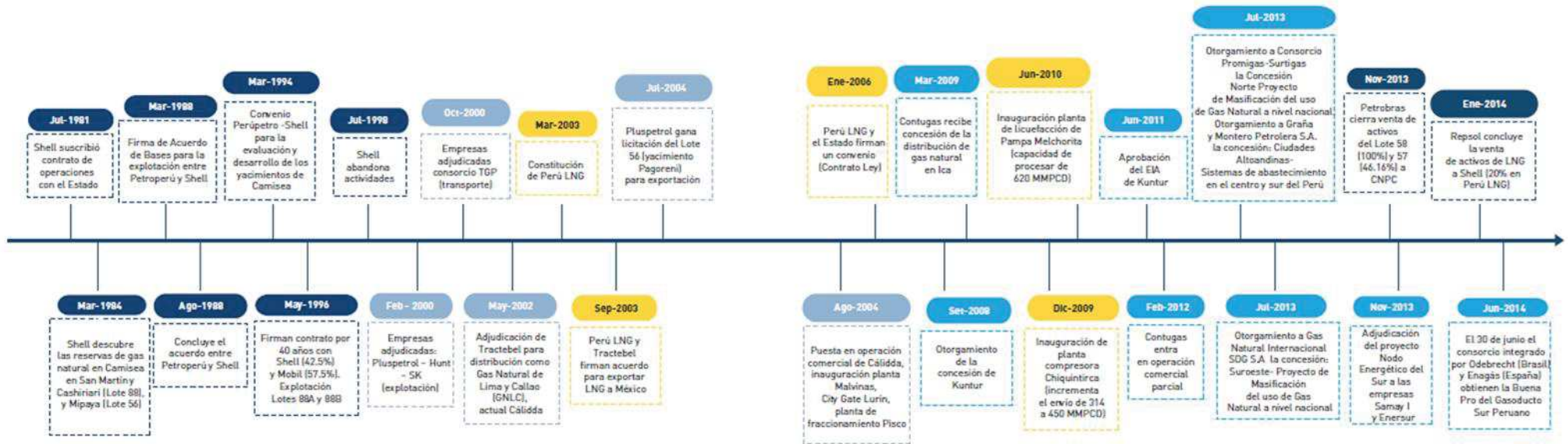
FIGURA 11: MAPA DE CONCESIONES DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN EL PERÚ



Fuente: Schmerler, Daniel; Salvador, Julio; Montesinos, Jorge y Víctor Zurita (Editores) (2017). *Políticas regulatorias aplicadas a los sectores de energía y minería*. Osinergmin. Lima-Perú.

Seguidamente, se muestra una línea de tiempo del Proyecto Camisea que muestra los acontecimientos más representativos que se dieron durante la industrialización del gas natural dentro del período 1981-2014:

FIGURA 12: LÍNEA DE TIEMPO DE LA HISTORIA DEL PROYECTO CAMISEA, 1981-2014



Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

2.1.1.3 Sistema de Distribución de Gas Natural

La distribución es una actividad que forma parte de la cadena de suministro del gas natural, siendo en realidad la última fase por la que atraviesa éste insumo dado que culminado este proceso sólo continúa el consumo de los clientes. En efecto, es necesario otorgar dicha responsabilidad en calidad de concesión a una compañía ejecutante que se encargará de poner en marcha la etapa de Distribución de Gas Natural así como de llevar a cabo en el tiempo la operación de la misma, todo esto con el propósito de satisfacer la necesidad y demanda de los consumidores finales. En ese sentido, es necesario diseñar un sistema que cuente con los recursos necesarios para así poder entregar apropiadamente el gas natural a los diversos tipos de clientes; y es justamente la implementación de un Sistema de Distribución de Gas Natural que, en conjunto con todos los elementos que lo componen, logra alcanzar este objetivo.

El Sistema de Distribución de Gas Natural es la parte de los Bienes de la Concesión que está conformada por las Estaciones de Regulación de Puerta de Ciudad (City Gate) o puntos de Transferencia de Custodia, las Redes de Distribución (Acero y Polietileno) con sus respectivas Válvulas de Bloqueo y las Estaciones de Regulación de Presión para el sistema de distribución propiamente (instaladas en diferentes puntos geográficos) que son operados por el Concesionario bajo los términos del Reglamento de Distribución por Red de Ductos y el Contrato Boot.

El propósito principal de un Sistema de Distribución es el de, valga la redundancia, distribuir el Gas Natural desde el punto de transferencia de custodia entre el Concesionario de Distribución y el Concesionario de Transporte hasta cada uno de los puntos de transferencia de custodia entre el Concesionario de Distribución y sus clientes; además de, en dicha transición adecuar las condiciones del Gas Natural a

parámetros operacionales estipulados en el Marco Regulatorio y a su vez requeridos por los clientes finales, tales como presión, temperatura, flujo, odorización y cromatografía. Para tal fin, se realiza el acondicionamiento tanto en el City Gate como en Estaciones de Regulación de Presión y Acometidas de los clientes. Por otro lado y no menos importante, dependiendo del nivel de presión requerido, capacidad de los equipos y funcionalidad de los mismos, se presentan también procesos secundarios de compresión, calentamiento, filtrado, análisis de calidad de gas, entre otros. La operación también implica monitorear y controlar el Sistema de Distribución a un régimen 24/7 para garantizar la continuidad y calidad del servicio, cumpliendo con los compromisos adquiridos bajo la normativa aplicable.

Como ya es de conocimiento, la entidad encargada de llevar a cabo la distribución de Gas Natural en Lima y Callao es Cálidda (Gas Natural de Lima y Callao S.A.), y el Sistema de Distribución que debe operar y mantener está constituido, de manera general, por los siguientes componentes:

a) Redes de Acero y Polietileno

Su principal función es la de conducir el Gas Natural hasta el punto de consumo y de alguna manera almacenarlo para que éste no sea liberado al ambiente; siendo justamente las Redes de Gas las que conforman la mayor parte de la infraestructura del Sistema de Distribución. Sus condiciones y diseño variarán de acuerdo a las exigencias de operación tales como los niveles de presión de entrada, presión regulada y el caudal a suministrar.

- **Redes de Alta Presión:** Están constituidas por tuberías de acero de diversos diámetros, cuya presión de operación es 50 barg. Esta red comprende en su mayoría al Gasoducto Troncal de 20" que recorre una distancia de aproximadamente 63 Km desde el distrito de Lurín hasta el distrito del Callao. Seguido a

ello, se cuenta con el Gasoducto Troncal 2 de 30", el cual recorre una distancia de aproximadamente 34 Km desde Lurín hasta La Molina. Asimismo, se cuenta con tramos como las derivaciones o ramales de otros diámetros, para alimentar a clientes o a estaciones reguladoras de Distribución, incluyendo las tuberías de conexión y válvulas de servicio hacia los clientes. También es preciso indicar que a lo largo de esta red se cuenta con válvulas de bloqueo para las diferentes líneas, ubicadas a una distancia máxima conforme a lo especificado en el código ASME B31.8.

FIGURA 13: VÁLVULA DE BLOQUEO AUTOMÁTICO



Fuente: Elaboración Propia.

- **Redes de Media Presión:** Esta red comprende las tuberías de acero que, trabajando a un nivel de presión menor o igual a 19 barg, permitirán ingresar con el Gas Natural en las zonas más urbanizadas, de modo de poder alimentar las Estaciones

Reguladoras de Presión a ubicar en las distintas urbanizaciones o barrios, desde donde partirán las Redes de Distribución de Baja Presión, como así también las derivaciones a los clientes que por el alto consumo que demandan sus procesos requieren mayores valores de presión y/o caudal, los cuales no pueden ser suministrados a partir de la Red de Baja Presión. Se incluyen las Tuberías de Conexión y las Válvulas de Servicio.

- **Redes de Baja Presión:** Esta red opera a niveles de presión iguales o inferiores a 10 barg , comprendiendo básicamente dos sistemas, uno construido con tuberías de acero y otro con tuberías de polietileno. Estas redes permiten llegar con la distribución del Gas Natural hasta las instalaciones de los clientes residenciales, comerciales, pequeñas industrias y estaciones de servicio. Se incluyen los tubos de conexión y válvulas de servicio a clientes.

TABLA 2: DEFINICIÓN DE MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN (MAPO) PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

Designación	Presión de Diseño	MAPO
Red de Alta Presión	50 barg	50 barg
Red de Media Presión	19 barg	19 barg
Red de Baja Presión - AC	10 barg	10 barg
Red de Baja Presión - PE	5 barg	5 barg

Fuente: Elaboración propia.

b) Trampas de Scraper

Son recintos que entrapan a la herramienta (también conocida como Scraper o PIG) utilizada para limpiar y/o inspeccionar internamente los Gasoductos Troncales, la cual es lanzada y posteriormente recibida a través de estos alojamientos. Las Trampas de Scraper se encuentran ubicadas en el inicio (lanzamiento) y fin (recepción) del recorrido de cada uno de los ductos principales (20" y 30") del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao.

FIGURA 14: TRAMPA DE SCRAPER



Fuente: https://www.armexas.com.ar/portfolio_page/trampas-de-scraper/

- **Trampa de Lanzamiento de Scraper:** La operación de lanzamiento del PIG o Scraper es estrictamente local y no

puede ser llevada a cabo en forma remota. El objetivo principal en este recinto es el de introducir a la herramienta en la línea principal de distribución de Gas Natural y que éste continúe su movimiento en dirección del flujo. El avance del Scraper se realiza debido a la diferencia de presión que se genera entre la parte delantera y trasera del scraper, este diferencial de presión se obtiene operando manualmente las válvulas de la trampa lanzadora y la válvula de By-Pass. Una vez que el Scraper ha sido lanzado, se verifican las condiciones operativas para el acondicionamiento del nuevo lanzamiento.

- **Trampa de Recepción de Scraper:** Al igual que en el lanzamiento, la operación de recepción del Scraper es estrictamente local y no puede llevarse a cabo de forma remota. El objetivo principal en este recinto es poder recibir el Scraper de manera segura para las instalaciones y sin poner en riesgo la continuidad del servicio de suministro de Gas Natural. Para poder llevar a cabo la recepción es necesario efectuar maniobras operativas en las válvulas de la trampa receptora y la válvula de By-Pass. El tiempo que tarde el Scraper en llegar desde la Trampa de Lanzamiento hasta la Trampa de Recepción o Estación Terminal, dependerá de las condiciones de operación del ducto. La señal del detector de pasaje de Scraper brindará información acerca del momento de la llegada de la herramienta al recinto, muy aparte que la propia naturaleza de la operación genera ruido y vibraciones en la misma línea de distribución, que también puede servir como indicador de la presencia del Scraper. Para recuperar el Scraper, se despresuriza la trampa hasta llegar a 0 bar, se abre la compuerta de extracción de Scraper y se limpia la trampa de

residuos, luego se cierran la compuerta y la trampa permanece vacía hasta la siguiente operación.

FIGURA 15: INSERCIÓN DE PIG DE LIMPIEZA AL BARRIL DE LA TRAMPA DE LANZAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

c) Estaciones de Regulación de Presión y Medición

También denominadas ERP, son recintos que tienen por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante, independientemente de las variaciones en las presiones de ingreso establecidas por Cálidda y del consumo en caudal de la red a la que la ERP alimenta. De igual modo, al margen de las

características particulares de las redes de distribución de donde se derivan toda la diversidad de ERPs existentes, éstas deberán garantizar la separación de sólidos y líquidos que en conjunto con la caída de temperatura aguas debajo de la regulación pudieran provocar daños o taponamiento en la parte interna de los equipos propios de las estaciones o de consumo final, además de instigar una errónea medición. Fundamentalmente, están formadas por los siguientes elementos:

- **Válvula de entrada**
- **Sistema de Filtrado**
- **Sistema de Calentamiento (dependiendo del salto de presión)**
- **Sistema de Regulación**
- **Sistema de Medición**

d) Sistema de Instrumentación

La medición y el control del proceso de distribución de gas natural, se realiza por medio de la instrumentación, con el reto de obtener datos de variables más importantes en tiempo real. El sistema de instrumentación en general nos permite obtener información de las variables en campo y hace posible la transmisión de dicha información hacia un Centro de Control para el monitoreo de señales, en el caso de aquellos que se encuentran integrados a un sistema SCADA. El Sistema de Distribución de Gas Natural debe contar con instrumentos analógicos tales como manómetros, termómetros, visores de nivel, etc. así como instrumentos digitales tales como transmisores de presión, transmisores de temperatura, transmisores de presión diferencial, detectores de nivel de agua, transmisores de mezcla explosiva, transmisores detectores de flama, transmisores detectores de humo, de tal forma que todos

aquellos instrumentos que están instalados en el Sistema de Distribución, permitan garantizar un proceso seguro y confiable.

FIGURA 16: DETECTORES DE ALTO Y BAJO NIVEL DE AGUA INSTALADOS EN TANQUE DE EXPANSIÓN DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL CITY GATE LURÍN 2 – CÁLIDDA.



Fuente: Elaboración propia.

e) Sistema de Odorización

Sistema que inyecta producto químico orgánico (mercaptanos) en bajas concentraciones en función al caudal de gas que pasa por el City Gat, la cual proporciona un olor propio y característico de advertencia ante una fuga de gas. El requerimiento básico de seguridad y legal es que el Gas Natural para distribuir debe ser

odorizado para tener un olor natural distintivo, con el objetivo de sea fácilmente detectable por una persona con un sentido del olfato normal o por debajo de una concentración en el aire de un quinto del menor del límite explosivo (L.E.L.). Esto asegura que el gas sea detectable en áreas donde la concentración de gas a aire es menor al 1.0% del volumen. Los sistemas de odorización se encuentran ubicados en los puntos de recepción y despacho de gas y están compuestos por: equipo de inyección de odorante, tanque intermedio de odorante, tanque principal o de almacenamiento de odorante, sistema de gas fuerza (nitrógeno, gas presurizado y aire comprimido), tanques de transporte de odorante o isotanques. Podemos encontrar Sistemas de Odorización en las siguientes instalaciones: City Gate Lurín, City Gate Lurín 2, Estación Chilca 01, Estación Chilca 02 y Estación Cañete.

FIGURA 17: SISTEMA DE ODORIZACIÓN PARA REDES DE GAS NATURAL POR INYECCIÓN DE ODORANTE



Fuente: <http://www.mirblasa.com.ar/productos/odorizacion/inyeccion-redes.html>

f) Sistema de Cromatografía

El Gas Natural a ser distribuido debe conservar un alto nivel de calidad, lo cual implica en conjunto parámetros como la composición, características fisicoquímicas y otras especificaciones que debe cumplir con la finalidad de preservar la seguridad de las personas, infraestructura y ambiente. El Sistema de Cromatografía analiza continuamente una muestra del gas entregado por la empresa transportadora y transmite los resultados, a través de un enlace serial a los computadores de flujo y al Centro de Control para las respectivas verificaciones de acuerdo a los límites establecidos y para cálculos del flujo de Gas Natural en términos estándar. Asimismo, los datos de la composición del Gas Natural con ingresados en las unidades correctoras de volumen para fines de configuración de las mismas y así afinar la medición de consumos. Su función es medir la composición del gas en peso o concentración molar % de los componentes gaseosos que se encuentren en la corriente de gas natural, además de la densidad relativa y capacidad calorífica. De la misma manera que con los Sistemas de Odorización, los cromatógrafos se ubican en los puntos de Transferencia de Custodia tales como: City Gate Lurín, City Gate Lurín 2, Estación Chilca 01, Estación Chilca 02 y Estación Cañete.

g) Sistema de Compresión de Gas Natural

Su principal función es servir de respaldo ante una posible caída de presión en el Gas Natural transferido por la empresa transportadora, incrementando la presión hasta un nivel adecuado y permisible de tal manera que se impida la caída del Sistema de Distribución al aumentar la capacidad de suministro al mercado. Este Sistema Principal de Compresión se encuentra ubicado en el

City Gate de Lurín, por ser el principal recinto de Transferencia de Custodia del Gas Natural. Asimismo, está compuesto principalmente (cuenta con otros sub – sistemas tales como: filtros de separación ciclónica, filtros coalescentes a la succión y descarga, válvulas de entrada, apertura y cierre, válvulas de seguridad por sobrepresión, estaciones de regulación de presión y medición) por los siguientes equipos:

➤ **04 Compresores Recíprocos de Gas Natural**

- i. Marca: Ariel
- ii. Modelo: JGK/4

➤ **04 Motores de Combustión Interna a Gas Natural**

- i. Marca: Waukesha
- ii. Modelo: L5794 GSI

h) Sistema de Respaldo de Energía para el Sistema de Compresión de Gas Natural

Es un Sistema Auxiliar al Sistema de Compresión principal que tiene como objetivo brindarle la energía neumática necesaria para su correcto funcionamiento, en caso tenga que entrar en operación para comprimir Gas Natural. La energía neumática (aire comprimido) que aporta este sistema es empleada para accionar los actuadores neumáticos de las válvulas de bloqueo que configuran la distribución del Sistema de Compresión Principal, direccionando o cortando el flujo del Gas Natural tanto al ingreso como a la descarga. El aire comprimido es obtenido a partir de compresores de aire los cuales a su vez reciben energía eléctrica de generadores eléctricos estacionarios. En ese sentido, el Sistema Auxiliar o Sistema de Respaldo de Energía para el Sistema de

Compresión de Gas Natural está compuesto básicamente por los siguientes equipos:

➤ **02 Compresores de Aire Tipo Tornillo**

- i. Marca: Kaeser Compressors
- ii. Modelo: SK 15

➤ **01 Moto – Generadores Eléctricos**

- i. Marca: Kohler
- ii. Modelo: 125REOZJG

Asimismo, se cuenta con tanques de almacenamiento de aire para los instrumentos.

FIGURA 18: EQUIPOS DEL SISTEMA AUXILIAR O SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL



Fuente: Elaboración propia.

i) Sistema de Respaldo de Energía en City Gate

Consta de Generadores Eléctricos que abastecen de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos en general instalados en los Puntos de Transferencia de Custodia (por ello la denominación), tales como: City Gate Lurín 2, Estación Chilca 01, Estación Chilca 02 y la Estación Cañete. De igual modo, sirven como respaldo ante un probable corte del suministro de energía.

FIGURA 19: GENERADOR ELÉCTRICO DEL CITY GATE LURÍN 2 PARA RESPALDO DE ENERGÍA



Fuente: Elaboración propia.

j) Sistema de Compresión de Aire para Instrumentación

Consiste en una estación compresora que suministra aire a presión elevada para todos los instrumentos de accionamiento neumático instalados en el City Gate Lurín 2 y que requieren de este tipo de

energía para poder controlar procesos tales como Sistemas de Calentamiento o Válvulas de Bloqueo Automático (con actuador neumático). Está compuesto por

➤ **02 Compresores Tipo Tornillo**

- i. Marca: Ingersoll Rand
- ii. Modelo: UP6
- iii. Potencia Nominal: 15 HP
- iv. Máxima Presión de Operación: 150 PSI.

k) Sistema de Monitoreo de Calidad de Gas

Consisten en recintos fijos situados en ubicaciones clave para que, de acuerdo a lo señalado por el marco normativo, se puedan analizar ciertas variables que en conjunto determinan, en la misma línea de distribución, el nivel de calidad del Gas Natural circulante. Los parámetros que se examinan son Nivel de Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), Punto de Rocío del Agua y Punto de Rocío de Hidrocarburos; por lo tanto, estos recintos constan principalmente de los siguientes equipos:

- **Medidor de Nivel de Sulfuro de Hidrógeno H₂S:** El sulfuro de hidrógeno es considerado un contaminante del Gas Natural, razón por la cual su contenido en el hidrocarburo no debe superar los 3 mg/Sm³, pese a que por lo general es inherente a su composición. Por ello, se hace un análisis constante de los niveles de concentración de este componente en el gas distribuido. Estos equipos los encontramos en los siguientes recintos: City Gate Lurín 2 y Terminal Station Callao.
- **Medidor de Punto de Rocío de Vapor de Agua presente en el Gas Natural:** El punto de rocío del agua (o simplemente

punto de rocío) de una mezcla de gases es la temperatura, a una presión determinada, a la cual el vapor de agua en la mencionada mezcla comienza a condensarse. A partir de dicha temperatura y en base a ecuaciones termodinámicas se calcula el contenido de vapor de agua, parámetro que es monitoreado a partir del punto de rocío y que no puede superar los 65 mg/m^3 de concentración en la línea. Estos equipos los encontramos en los siguientes recintos: City Gate Lurín 2 y Terminal Station Callao.

- **Medidor de Punto de Rocío de Hidrocarburos:** El punto de rocío de hidrocarburos es la temperatura, a una presión determinada, a la cual los componentes más pesados comienzan a condensarse, generando así hidratos en la tubería que luego podrían congelarse y dañar internamente los componentes instalados en el Sistema de Distribución. Estos equipos los encontramos en los siguientes recintos: City Gate Lurín 2 y Terminal Station Callao.

- **Medidor de Nivel de Odorización:** Con la finalidad de realizar una verificación de la odorización, realiza monitoreos de concentración de odorante en la misma línea de servicio, de acuerdo a la Norma NTP 111.004, a través del Medidor de Nivel de Odorización, el cual envía señales al Centro de Control acerca del comportamiento de ésta variable. En consecuencia, el gas deberá ser odorizado de modo que a una concentración de aire de $1/5$ del límite explosivo inferior, lo que significa una concentración de gas en aire de 1% , el gas sea rápidamente perceptible por una persona. Este equipo estacionario de inspección en línea se encuentra ubicado en la ERP EL AGUSTINO 50/10.

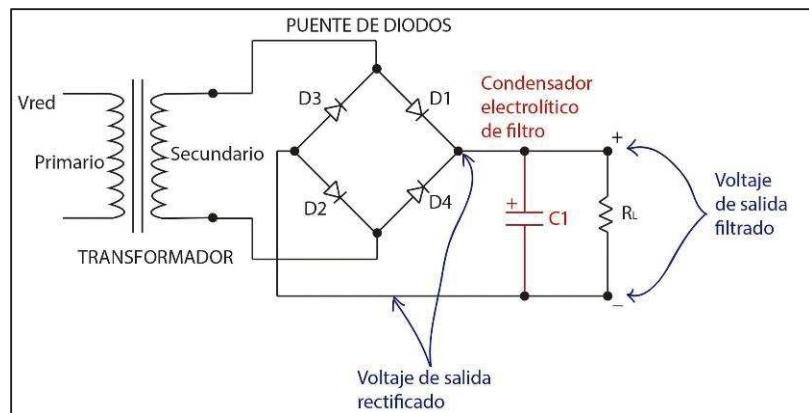
I) Sistema de Protección Catódica

La corrosión en los metales es un fenómeno natural, que consiste en la tendencia de éstos a alcanzar un estado de equilibrio electroquímico con el medio que lo rodea, y que se caracteriza por presentarse a niveles de energía más bajos de los que poseen originalmente. La función principal del Sistema de Protección Catódica consiste en un método que obliga a la estructura metálica a funcionar como en una celda de corrosión, mediante la manipulación y/o modificación de factores electroquímicos, convirtiéndose así en el método más eficaz para controlar la corrosión en estructuras enterradas (como por ejemplo las redes de acero) o inmersas en un electrolito. Los tipos de Sistemas de Protección Catódica son los siguientes:

- **Protección Catódica por Corriente Impresa:** Se consigue haciendo que el potencial eléctrico del metal que se desea proteger se torne más electronegativo a través de la aplicación de corriente directa suministrada por una fuente DC externa. El Sistema de Protección Catódica por corriente impresa comprende:
 - i. **Estructura a proteger:** Es la tubería que se encuentra alojada en el interior del electrolito (suelo) en que se instala el lecho anódico. La estructura a proteger se conecta al polo negativo de la fuente de corriente directa.
 - ii. **Fuente de corriente directa:** Este dispositivo suministra la potencia necesaria para hacer circular la corriente de protección requerida por la estructura, venciendo las resistencias.

- iii. **Lecho anódico:** Es un agrupamiento de ánodos, que pueden estar formados por: Grafito, fierro – silicio, plomo – plata, platino o algún material inerte, cuya función es drenar corriente al electrolito para que por medio de este se cierre el circuito. Este agrupamiento es conecta al polo positivo de la fuente de corriente directa, por lo que actúa como un ánodo del sistema.
- iv. **Cableado:** La estructura, la fuente de corriente directa y el lecho anódico requieren interpretarse eléctricamente, ya que esta es una condición para un proceso catódico, que se consigue con cable de cobre, cuyo calibre dependerá de la cantidad de corriente a manejar. Los cables a utilizar deberán presentar características para enterramiento. Las uniones cable – cable y cable – estructura deben efectuarse con soldaduras por aluminotermia, aislándolas posteriormente con resinas epóxicas o cintas plásticas autovulcanizantes. La principal ventaja de la corriente impresa es que a partir de un punto de inyección de corriente, llamado punto de drenaje, es posible proteger una cantidad significativa de estructura.
- v. **Rectificador:** Para el caso de los Sistemas de Protección Catódica por Corriente Impresa, se debe instalar equipos rectificadores. Un rectificador está formado por 2 componentes básicos:
- Un transformador para convertir la entrada de voltaje alterna AC a bajo voltaje directo requerido para la protección catódica.
 - Un dispositivo rectificador para convertir el bajo voltaje AC a DC.

FIGURA 20: CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN TRANSFORMADOR – RECTIFICADOR



Fuente: <http://mrelbernitutoriales.com/filtro-blog/>

Ajustando el enlace del voltaje sobre el rectificador así para que la DC corriente producida pueda ser ajustada hacia algún valor como pueda ser requerido para suministrar una adecuada protección potencial sobre la tubería de acero.

- **Protección Catódica por Ánodos de Sacrificio:** Consiste realmente en la creación de una pila galvánica en que el metal a proteger actúe forzosamente de cátodo (polo positivo de pila), mientras que el metal anódico se “sacrifica”, o sea, que se disuelve (polo negativo). Este tipo de protección catódica aprovecha las características electroquímicas de los materiales metálicos, que provocan un par galvánico al ponerse en contacto dos metales con diferente electronegatividad, corroyéndose el más electronegativo o anódico.¹

Considerando la actividad electroquímica de los metales, éstos son clasificados bajo un esquema ordenado al que se

¹Chavarría Meza, L. E. (s.f.). *Corrosion Engineering & Catodic Protection*. Recuperado el 24 de Diciembre de 2018, de Atlantic International University: <https://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/Corrosion-Engineering-Catodic-Protection.html>

denomina Serie Galvánica, haciendo referencia a su propiedad de electronegatividad en diversos medios.

TABLA 3: RELACIÓN DE POTENCIALES DE ALEACIONES COMÚNMENTE UTILIZADAS

Serie Galvánica	
Material	Potencial (Volts)
Magnesio Puro (Comercial)	-1.75
Aleado (6% Al, 3% Zn, 0.15% Mn)	-1.60
Zinc	-1.10
Aluminio Aleado (5% Zn)	-1.05
Aluminio Puro (Comercial)	-0.80
Acero al Carbón (Limpio y Brillante)	-0.50 a -0.80
Acero al Carbón (Oxidado)	-0.20 a -0.50
Hierro Fundido (Gris)	-0.50
Plomo	-0.50
Acero al Carbón en Concreto	-0.20
Cobre, Latón, Bronce	-0.20
Hierro Fundido Alto Silicio	-0.20
Costra de Laminación en Acero	-0.20
Carbón, Grafito, Coke	+0.30

Fuente: HERNÁNDEZ, J. (2009). *Monitoreo de la protección catódica a línea submarina No. 161 de 36"Ø Rebombeo/Dos Bocas de la Región Marina Suroeste en la sonda de Campeche* (Tesis de Maestría). Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México.

Un Sistema de Protección Catódica por Ánodos de Sacrificio comprende los siguientes componentes:

- **Estructura a Proteger:** Al igual que por corriente impresa, puede ser un ducto, un tanque de almacenamiento, pilotes para muelles, etc. También es condición que se encuentre

alojada en el interior del electrolito en el que se instalará el lecho anódico.

- **Lecho Anódico:** En este caso, el agrupamiento de ánodos al estar conectado directamente a la estructura a proteger, aprovecha las características electroquímicas de los materiales metálicos. Comercialmente, se emplean distintas aleaciones de zinc, magnesio y aluminio como material anódico para las estructuras del acero.
- **Cableado:** El cableado es necesario para llevar a cabo la protección catódica por creación de un par galvánico.

La principal ventaja de este sistema es que, adecuadamente instalado, no requiere mantenimiento ni ajuste de operación y, considerando que además no necesita instalaciones especiales de suministro de energía, su aplicación es ideal en lugares remotos o inaccesibles.

m) Sistema de Control Local, SCADA y Comunicaciones

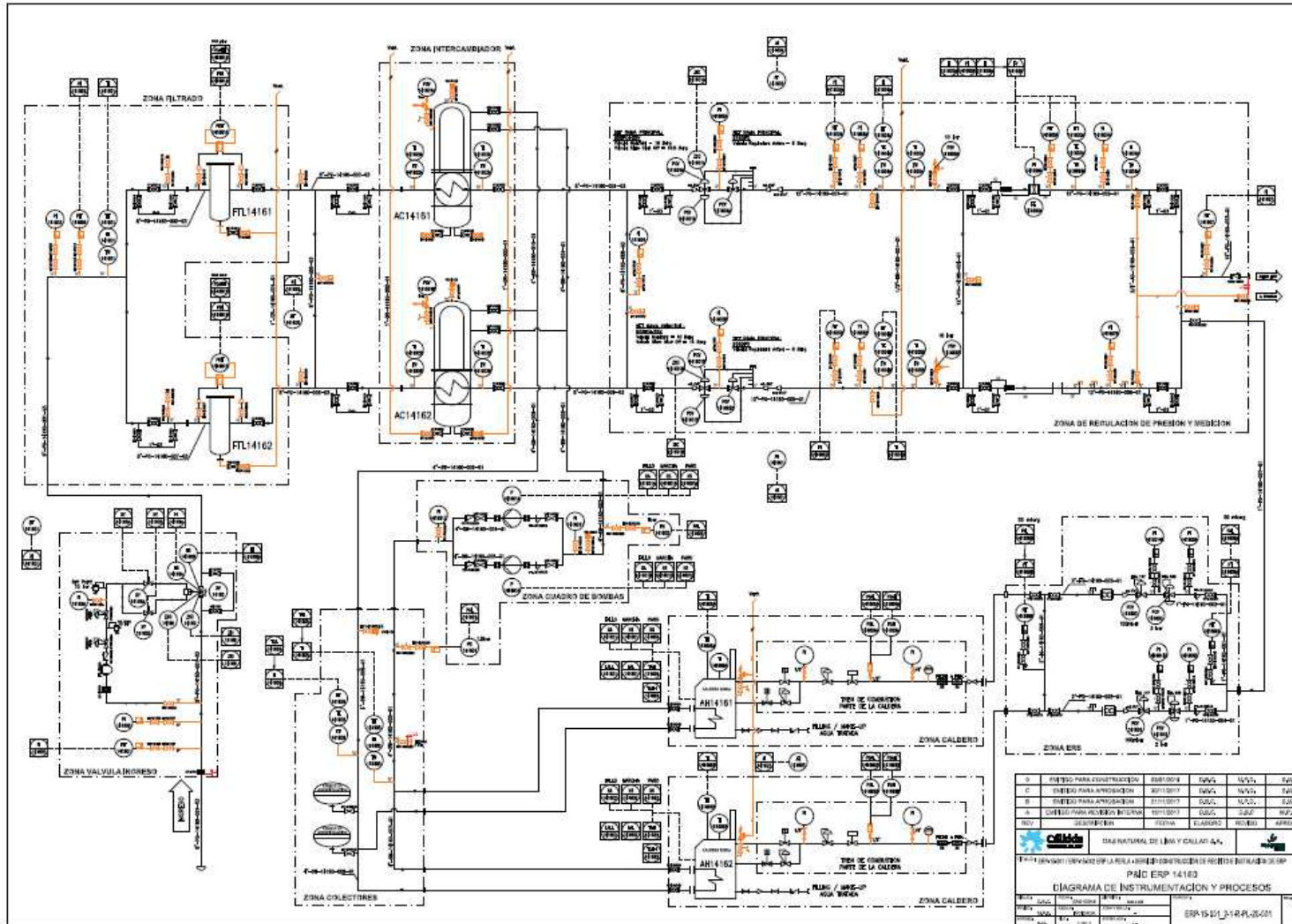
Es necesario contar con un Sistema de Control a fin de garantizar una operación segura, confiable, continua y eficiente del Sistema de Distribución de Gas Natural. De hecho, las estaciones de medición y regulación cuentan con sistemas de detección de humo, gas, fuego, temperatura, presión, ingreso de extraños y otros, los cuales se encuentran interconectados con el Sistema SCADA a través del Sistema de Control Local (PLC), que es el conjunto de unidades RTU distribuidas en toda el área de concesión. De esta manera, el operador del Centro de Control utiliza las herramientas que brinda el Sistema SCADA para operar el Sistema de Distribución de Gas Natural.

En relación a lo expuesto, también se requiere de un medio de comunicación compuesto por el conjunto de equipos que permite adquirir de manera remota y en tiempo real las variables operativas del Sistema de Distribución, medio al que se denomina Sistema de Comunicaciones. Por razones de seguridad y confiabilidad de los Centros de Control, el Sistema de Distribución está equipado con dos sistemas independientes – con fuentes de poder autónomas – de telecomunicación entre tales Centros de Control. Dichos sistemas de telecomunicaciones podrán ser sistemas inalámbricos, tales como servicio satelital, de radiocomunicaciones. El Sistema de Comunicaciones cuenta con componentes básicos como: Fibra óptica, dispositivos y equipos de las redes de comunicación WAN/LAN, entre otros.

2.1.1.4 Estaciones de Regulación de Presión

Están ubicadas en diversos puntos del Sistema de Distribución a fin de reducir la presión para alimentar las redes aguas debajo de menor presión y clientes, asegurando niveles de presión que no superen los valores de diseño de las mismas. Estas son diseñadas tomando en consideración la máxima presión a la que están expuestas cada uno de sus elementos, así como otros parámetros a tomar en cuenta para el diseño global, tales como: diámetro de las tuberías, accesorios, válvulas reguladoras, válvulas de alivio, instrumentación en línea, equipos varios, etc.

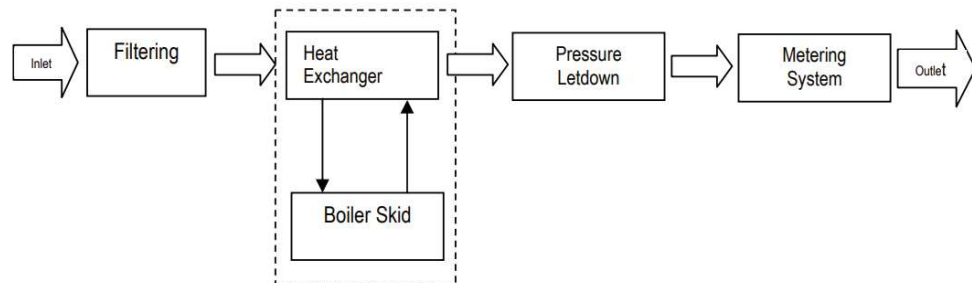
FIGURA 21: P&ID – ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN



Fuente: Gas Natural de Lima y Callao – Cálidda

Las características de estas estaciones varían de acuerdo a los niveles de presión de entrada, presión regulada y caudales a suministrar; no obstante, cada estación tiene la capacidad de abastecer el 100% del caudal de diseño para cada uno de los ramales que la conforman (generalmente 2), por consiguiente, la forma de operar será con un ramal activo y otro de reserva, siendo éste último el que entre en operación en caso falle el primero y/o se requiera suministrar mayor capacidad por altas demandas, siendo señal de esto último la caída del valor de la presión regulada. Por ese motivo, los set – point de presión establecidos para cada uno de los ramales deben estar casi al mismo nivel y a una diferencia óptima para una rápida actuación de entrada de la reserva.

FIGURA 22: ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL



Fuente:

http://www2.osinerg.gob.pe/ProcReg/GasNatural/TarifaDistribucion/pdf/Prop_tarif_Anexo6.pdf

Cada estación cuenta con un RTU como parte del Sistema de Control Local, el cual desempeñará las funciones de monitoreo de las variables principales y corrección de caudal (Presión, Temperatura, Factor de Compresibilidad), retribuyendo dicha información al Sistema SCADA a través de un vínculo de fibra óptica. Asimismo, las estaciones principales contarán con unidades de generación eléctrica de respaldo

o suministro de potencia ininterrumpida (UPS), así como un debido sistema contra incendios para protección del personal y las instalaciones.

En términos generales, las estaciones de regulación pueden estar conformadas por las siguientes etapas:

a. Válvula de Ingreso

Forman también parte del recinto, siendo su función principal la de permitir el ingreso de Gas Natural, así como la de aislar y/o dejar fuera de servicio a la estación en caso una eventual emergencia (fuga o sobrepresión) o para un trabajo programado. Puede ser de accionamiento automático (actuador) o manual.

b. Sistema de Filtrado

Tiene por objeto retener elementos contaminantes líquidos o sólidos tales como el polvo, partículas, agua, aceite o impurezas en general que son acarreadas por el Gas Natural a través de las tuberías, esto con el fin de proteger los elementos instalados aguas abajo y con ello asegurar la continuidad del suministro.

c. Sistema de Regulación

Tiene por objeto reducir y regular automáticamente la presión para la distribución cumpliendo con la normativa vigente, evitando así que se exceda de la presión máxima de operación. El componente principal e indispensable en una ERP es la válvula reguladora. Esta válvula mantiene los valores de presión de salida en los valores prefijados y dentro de los límites aceptables del diseño de la red aguas abajo durante periodos prolongados de tiempo, variaciones

de caudal (dependiendo del consumo de los clientes finales) y presión de entrada sin la necesidad de intervención humana. Cada ramal del sistema de regulación cuenta, por lo general, con 2 válvulas reguladoras, de las cuales una es la trabajadora o reguladora (propriadamente) y la otra es denominada monitora o de reserva y su función es entrar en operación ante la falla de la válvula trabajadora. En función a ello, es que se establecen los puntos de seteo de presión, para así definir el momento en que debe entrar en operación la válvula de respaldo. Es también válido indicar que estos sistemas también están presentes en el ingreso de gas a los Sistemas de Calentamiento, siendo más complejos (similares a los de una ERP) en aquellos que deben calentar grandes caudales de Gas Natural.

**FIGURA 23: VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN
“MASONEILAN” (TRABAJADORA Y MONITORA) EN CITY
GATE**



Fuente: Elaboración propia.

d. Sistema de Calentamiento

Consiste en incrementar la temperatura del Gas Natural con la finalidad de evitar el efecto Joule-Thomson que se produce durante la expansión del gas desde una presión elevada a una presión intermedia o baja producto de su paso por el Sistema de Regulación, compensando así la caída de temperatura producida por el estrangulamiento. Existen varias clases y tipos de calentadores; sin embargo, todos cumplen la misma función que es la de transferir calor al gas natural para así evitar consecuencias perjudiciales aguas abajo debido a las bajas temperaturas, como por ejemplo, corrosión, quebradura de elementos blandos, bajo desempeño de equipos, formación de líquidos, etc.

FIGURA 24: QUEMADOR INSTALADO EN CALENTADOR DEL CITY GATE LURIN 2 – CÁLIDDA, MARCA “CEBA”



Fuente: Elaboración propia.

e. Sistema de Alivio de Presión por Seguridad

El diseño de una ERP considera también la instalación de dispositivos que puedan hacer frente a las sobrepresiones, como mecanismo de protección. Para ello, es necesario instalar Válvulas de Seguridad o Válvulas de Alivio de Presión que actúen de forma automática ante alguna eventual elevación de la presión en el sistema salvaguardando así la integridad física de las personas y de las instalaciones.

Cabe resaltar que esta misma configuración forma parte, entre otros sistemas, de los puntos de transferencia de custodia o estaciones de puerta de entrada (City Gate) las cuales son instalaciones donde se acondiciona el Gas Natural entregado por la empresa transportista, para ser distribuido cumpliendo con la normativa vigente.

2.1.1.5 Fundamentos y Principios Operacionales del Sistema de Calentamiento de Gas Natural

Existen Estaciones de Regulación de Presión que, por las condiciones de operación en las que trabajan, requieren la presencia de un sistema que caliente el Gas Natural circulante antes de su paso por el Sistema de Regulación, al cual se le denomina Sistema de Calentamiento. Específicamente, el Sistema de Calentamiento de Gas Natural es instalado exclusivamente en las ERP cuyas válvulas reguladoras desarrollan una caída de presión abrupta tal, que es necesario precalentar el gas previamente para poder compensar la disminución colateral de la temperatura que implica dicho estrangulamiento, efecto al que se le conoce como “Joule – Thomson”. Al instalar el Sistema de Calentamiento en estaciones con grandes saltos de presión, se evita

tener que reducirla progresivamente y en múltiples etapas, lo cual incrementaría los costos de mantenimiento asociados. Asimismo, el hecho de no contar con un Sistema de Calentamiento en los casos que así se requiera, acarrea consigo múltiples consecuencias que podrían comprometer la operación del Sistema de Distribución alterando el suministro continuo del gas natural, como por ejemplo, condensación exterior de los componentes instalados aguas abajo, grandes variaciones de temperatura, congelamiento de los reguladores, formación interna de hidratos y/o solidificación de trazas de líquidos, corrosión, entre otros; situaciones que podrían causar daños a la infraestructura de manera inmediata o a largo plazo. Por esa razón, se puede afirmar que salvaguardar la integridad de las instalaciones y mantener un alto estándar de calidad del negocio asegurando un servicio ininterrumpido a los clientes, dependen del correcto funcionamiento del Sistema de Calentamiento.

El Efecto Joule – Joule Thomson

Existe una gran variedad de equipos/dispositivos industriales que operan por prolongados periodos bajo condiciones estables una vez que se culmina el lapso transitorio inicial, pasando a una operación estacionaria. Tal es el caso de las válvulas reguladoras de Gas Natural, que sin necesidad de recibir ni producir trabajo mecánico, generan grandes caídas de presión. Estos se clasifican como dispositivos de flujo estacionario. El flujo estacionario se define como un proceso durante el cual un fluido fluye de manera estacionaria por un volumen de control, es decir, las propiedades intensivas y extensivas dentro del volumen de control pueden variar de un punto a otro (a la entrada y a la salida); sin embargo, en un punto fijo permanecen prácticamente constantes sin cambiar en el tiempo. Por lo tanto, el volumen (V), la masa (m) y la energía total (E) del volumen de control permanecen constantes. En consecuencia, la ecuación del balance energético en un

sistema general de flujo estacionario como lo es una válvula reguladora (una sola corriente), está dada de la siguiente manera:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}[h_2 - h_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1)]$$

Donde:

\dot{Q} : Tasa de transferencia de calor entre el volumen de control y su alrededor

\dot{W} : Potencia transmitida o recibida por el volumen de control

\dot{m} : Flujo másico del fluido

h_2 : Entalpía en el estado de salida del volumen de control

h_1 : Entalpía en el estado de entrada al volumen de control

V_2^2 : Velocidad del fluido a la salida del volumen de control

V_1^2 : Velocidad del fluido a la entrada del volumen de control

g : Valor de la gravedad

z_2 : Elevación de la salida del volumen de control

z_1 : Elevación de la entrada del volumen de control

Ahora bien, en el caso de las válvulas reguladoras conocidas también como válvulas de estrangulamiento, se desarrolla también un flujo estacionario, en el cual se restringe el paso del fluido provocando una caída de presión importante en él, sin transmitir potencia mecánica al exterior (a diferencia de las turbinas). La caída de presión del fluido normalmente va de la mano con una gran disminución de temperatura, motivo por el cual los dispositivos de estrangulamiento son utilizados en aplicaciones de refrigeración. A este fenómeno se le conoce como Efecto Joule – Thomson.

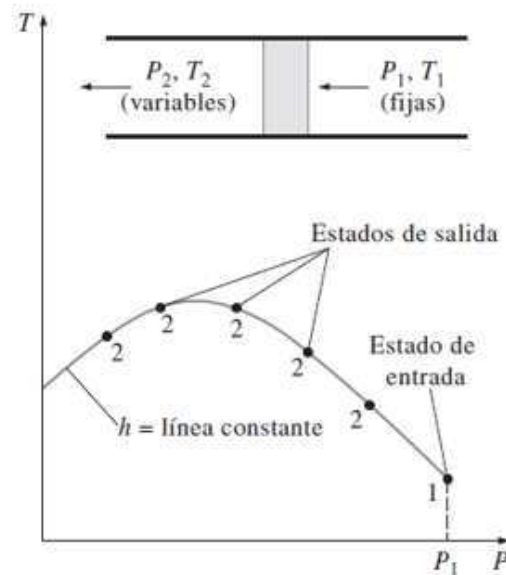
Durante la operación de las válvulas de estrangulamiento por lo general no se cuenta con el área ni tiempo suficiente como para admitir transferencia de calor a través de ellas por lo que el flujo calorífico es despreciable ($\dot{Q} \cong 0$), tampoco otorgan ni reciben potencia ($\dot{W} = 0$), su

energía potencial es prácticamente nula dada la nivelación de sus elevaciones a la entrada y a la salida ($z_2 - z_1 \cong 0$) y por último, el incremento de la energía cinética es insignificante aun cuando la velocidad a la salida sea mucho mayor que la velocidad a la entrada ($V_2^2 - V_1^2 \cong 0$). Ergo, el balance energético en una válvula de estrangulamiento se reduce a lo siguiente:

$$h_2 \cong h_1$$

Lo que quiere decir que los valores de la entalpía a la entrada y a la salida de una válvula de estrangulamiento son los mismos, motivo por el que en ocasiones también se les denomina dispositivos isoentálpicos.

FIGURA 25: DESARROLLO DE UNA LÍNEA DE ENTALPÍA CONSTANTE EN UN DIAGRAMA P – T



Fuente: Yunus A. Cengel, & Michael A. Boles, 2009.
TERMODINAMICA (Sexta Edición). Nevada, Estados Unidos:
 Editorial Mc Graw Hill.

Es así que, por lo general, cuando un fluido atraviesa algún tipo de obstáculo como un tapón poroso, tubo capilar o válvula reguladora, éste experimenta una considerable disminución de su temperatura; no obstante, esto no ocurre siempre ya que la temperatura puede permanecer invariable o hasta podría aumentar.

La predisposición de un fluido en cuanto a la variación de su temperatura que se da en un proceso de estrangulamiento isoentálpico ($h=\text{constante}$) depende de una propiedad variable llamada Coeficiente de Joule – Thomson, el cual define la dimensión de la caída o incremento de temperatura, junto con la presión, bajo los siguientes criterios:

$$\mu_{JT} \begin{cases} < 0: \text{La temperatura aumenta} \\ = 0: \text{La temperatura permanece constante} \\ > 0: \text{La temperatura disminuye} \end{cases}$$

Donde,

μ_{JT} : Coeficiente de Joule – Thomson

Luego, se presenta una relación general para la obtención del Coeficiente de Joule – Thomson, en función del calor específico, presión, volumen y temperatura. Todo esto basado en la ecuación del cambio de entalpía:

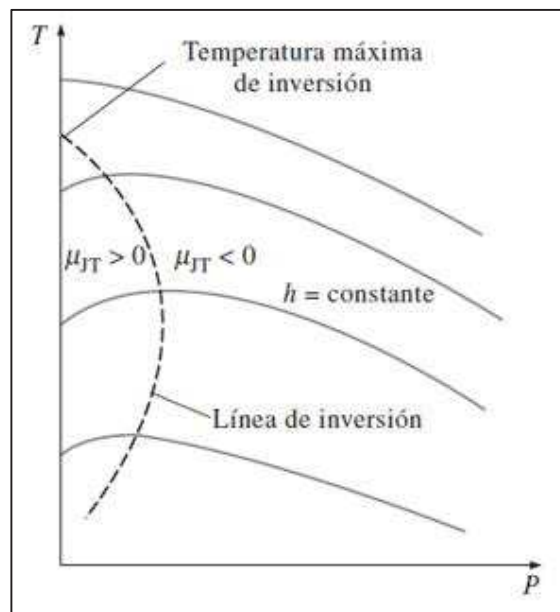
$$dh = c_p dT + \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dP$$

Donde para un proceso de entalpía constante, como es el caso de las válvulas de estrangulamiento, se consigue lo siguiente:

$$-\frac{1}{c_p} \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h = \mu_{JT}$$

De este modo, podremos describir el comportamiento de la temperatura de un fluido cuando éste es sometido a estrangulamiento, a través del coeficiente Joule – Thomson el cual representa la pendiente de la recta tangente en cualquier punto de las líneas de entalpía constante dentro de un diagrama T-P; y es hallado a raíz de conocer previamente el calor específico a presión constante y el comportamiento de las variables volumen, presión y temperatura de la sustancia.

FIGURA 26: REPRESENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENTALPÍA CONSTANTE Y LÍNEA DE INVERSIÓN DE UNA SUSTANCIA EN UN DIAGRAMA P – T



Fuente: Yunus A. Cengel, & Michael A. Boles, 2009.
**TERMODINAMICA (Sexta Edición). Nevada, Estados Unidos:
Editorial Mc Graw Hill.**

Calentamiento del Gas Natural

El suministro de Gas Natural a los clientes finales debe efectuarse a una presión que sea compatible con las características de diseño de sus equipos de consumo energético. Para ello, se hace necesario contar con Estaciones de Regulación de Presión en diversos puntos del Sistema de Distribución de Lima y Callao, muchas de las cuales, por el nivel de reducción de presión que desempeñan, requieren de la presencia de un Sistema de Calentamiento del Gas Natural que eleve la temperatura del Gas Natural para así compensar la disminución de colateral de su valor provocada por el Efecto Joule – Thomson durante dichas caídas bruscas de presión.

En base a ello, y con la finalidad de evitar las consecuencias que acarrearán el hecho de operar a bajas temperaturas, es que se instalan estos Sistemas de Calentamiento en aquellas estaciones que así lo requieran, siendo el corazón de su funcionamiento un equipo térmico estacionario denominado “Calentador” y cuya función es calentar agua (como fluido de trabajo) para así poder transmitirle de forma indirecta al Gas Natural ese calor ganado, y mantener su temperatura dentro de un rango adecuado de operación.

El Sistema de Calentamiento está compuesto básicamente por los siguientes elementos fundamentales: Calentador, Quemador (incluidos los trenes de alimentación de gas y aire), Intercambiador de Calor (puede incluir un sistema de recirculación de agua), Componentes Auxiliares e Instrumentación de Control y Seguridad.

a) Calentador de agua

Como se mencionó anteriormente, los calentadores son equipos térmicos que calientan agua bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Son prácticamente intercambiadores de calor pues transfieren la energía térmica producida por la combustión del gas

natural, extraído propiamente de la misma línea de distribución, al agua líquida para elevar su temperatura y así poder transportar el calor a través de ella hacia el proceso de calentamiento indirecto del Gas Natural circulante, con la finalidad de compensar la acción del Efecto Joule – Thomson.

Los calentadores son en realidad calderas industriales, cuyo diseño y operación está considerado, conforme a lo señalado en el código de calderas ASME Sección IV, dentro del grupo de las “calderas para calefacción de baja presión”, las cuales comprenden todas las calderas de vapor para operación a presiones que no excedan 15 psi (100 kPa); así como todas aquellas calderas de calefacción de agua caliente y calderas de suministro de agua caliente para operar a presiones que no excedan de 160 psi (1,100 kPa) y/o temperaturas que no excedan de 250 ° F (120 ° C), en o cerca de la salida de la caldera.

En cuanto al contenido de tubos, los calentadores instalados en el Sistema de Distribución de Lima y Callao son del tipo “humotubulares” o “tubos de humo”, dotados de tubos rectos, rodeados de agua y a través de cuyo interior circulan los gases de combustión transmitiendo su calor al agua que baña los tubos. Asimismo, la selección de los materiales para la construcción de calderas está controlada por lo estipulado en la Sección II del código de calderas ASME, y usualmente éstas son construidas con aceros especiales.

Los principales componentes de un calentador son:

- El casco o carcasa
- Placas planas
- Cámara de combustión
- Camara de fondo húmedo
- Tubos de humo
- Conexiones

- Chimenea
- Aislamiento térmico – base metálica

Considerando algunos criterios básicos de operación, los calentadores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Por forma de evacuación de los productos de la combustión:
 - Tiro Natural
 - Tiro Forzado
- Por la toma del aire de combustión:
 - Cámara abierta
 - Cámara cerrada
- Por la forma de transferir el calor hacia el gas:
 - Por baño de agua
 - Por recirculación de agua
- Por el sistema de recirculación de agua:
 - Recirculación natural por decantación
 - Recirculación forzada

b) Quemador

El comportamiento del Gas Natural como combustible, en este caso, para producir combustión en los quemadores de los calentadores, es mucho más versátil y sin problemas de operación, en comparación a otros energéticos líquidos (diésel, IFO, residual, etc.) o sólidos (carbón, coque, etc.), teniendo la capacidad de atribuir energía cinética al proceso para así mezclarse eficazmente con el comburente (aire). Asimismo, su uso representa un proceso más limpio y eficiente.

Los quemadores son justamente dispositivos que albergan la mezcla aire – combustible y a través de una fuente de ignición provocan el fenómeno de la combustión, aprovechando la energía química del combustible para convertirla en energía térmica. Este proceso se lleva a cabo de forma monitoreada y ajustable, produciendo una llama que es controlada en el tiempo y gases de escape portadores de calor que son desplazados a través de los tubos interiores del calentador y posteriormente expulsados por la chimenea.

La potencia de un quemador puede regularse por los siguientes sistemas:

- ON/OFF: Encendido/Apagado
- Alta y Baja: Marcha a máxima potencia (alto/fuego) marcha a reducida potencia (bajo fuego)
- Modulante: El quemador funciona en flama baja, media y alta.

Vale mencionar que el quemador es alimentado por medio de un tren de suministro de gas natural (y otro de aire en algunos casos) instalado aguas arriba, el cual se encuentra equipado de dispositivos mecánicos, eléctricos y/o neumáticos para regular, medir, controlar y dar pase al flujo de gas para mezclarse con el aire y así producir la combustión. Asimismo, inmediatamente después del quemador, se encuentra la cámara de combustión o también denominada “hogar”, recinto donde se propaga la llama producida por el quemador y empieza, por lo general, el intercambio de calor con el fluido que se requiere calentar, así como la evacuación de los gases producto de la combustión.

Los quemadores se clasifican de la siguiente manera:

- Por el tipo de combustible a quemar:
 - Quemadores para combustibles gaseosos

- Quemadores para combustibles líquidos
- Quemadores para combustibles sólidos
- Quemadores para combustibles mixtos

- Por la forma de preparación de combustible:
 - Quemadores de atomización con aire a baja presión
 - Quemadores de atomización con aire o vapor a alta presión
 - Quemadores de atomización mecánica (Flujo Directo o Con Retorno)
 - Quemadores centrífugos o de copa rotatoria (Plana o Cónica)

- Por la forma en que toman el aire de combustión
 - Quemadores atmosféricos
 - Quemadores de premezcla
 - Quemadores mecánicos

c) Intercambiador de Calor

Aparato térmico utilizado para llevar a cabo intercambio de energía calórica entre dos medios, por lo general entre 2 sustancias, ya sea por contacto directo o por contacto indirecto entre ellas. El calor es transferido desde el medio frío hacia el medio caliente, teniendo como condición para dicha transferencia de calor es que exista un gradiente de temperatura entre los medios.

Los intercambiadores de calor son utilizados en diversas aplicaciones industriales, tales como refrigeración, climatización, generación de energía, etc. Por lo cual, existen también distintas clases y tipos de éstos, cada cual con sus propias características que los tornan adecuados, en mayor o menor medida, para su uso en diferentes contextos operativos.

Los intercambiadores de calor se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Según su construcción**

- Intercambiadores de tubo
 - Intercambiadores de doble tubo
 - Intercambiadores de tubo – carcasa
- Intercambiadores de placas
 - Placas (PHE)
 - Intercambiadores en espiral (SHE)
 - Intercambiadores de placas con serpentín
 - Intercambiadores Lamella
- Intercambiadores con aletas
- Intercambiadores regenerativos
 - Regeneradores fijos
 - Regeneradores rotativos

- **Según el modo de transferencia de calor**

- Intercambiadores de contacto indirecto
 - Intercambiadores de transferencia directa
 - Intercambiadores de almacenamiento
 - Intercambiadores de lecho fluidizado
- Intercambiadores de contacto directo
 - Intercambiadores de fluidos inmiscibles
 - Intercambiadores líquido – gas
 - Intercambiadores líquido – vapor

- **Según la disposición de los fluidos**
 - Intercambiadores de flujo en paralelo
 - Intercambiadores de flujo en contracorriente
 - Intercambiadores de flujo cruzado

- **Según el número de pasos**
 - Intercambiadores de un solo paso
 - Intercambiadores de paso múltiple

- **Según la fase de los fluidos**
 - Intercambiadores líquido – gas
 - Intercambiadores líquido – líquido
 - Intercambiadores gas – gas

**FIGURA 27: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE UNA ERP
DE GAS NATURAL**



Fuente: Elaboración propia.

Particularmente, para el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, se tienen instalados intercambiadores de calor del tipo tubo – carcasa, por lo que su diseño y fabricación están basados en los estándares fijados por la Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares (TEMA – Tubular Exchanger Manufacturers Association). De acuerdo a estos estándares, el intercambiador de calor se divide en 3 secciones, donde cada una de ellas es reconocida por una letra que designa sus configuraciones. La primera letra identifica el tipo de cabezal anterior, la segunda letra el tipo de carcasa y, finalmente, la tercera letra distingue el tipo de cabezal posterior. Es así que, para el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, se cuentan con intercambiadores de calor de la nomenclatura BEU, haciendo referencia a lo siguiente:

B: Cabezal anterior tipo sombrero

E: Carcasa de un solo paso

U: Cabezal posterior con tubos en “U”

FIGURA 28: TIPOS DE CABEZALES Y CARCASA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CORAZA Y TUBOS.

NOTACIÓN

TIPOS DE CABEZAL ESTACIONARIO, EXTREMO FRONTAL		TIPOS DE CORAZAS		TIPOS DE CABEZALES, EXTREMO POSTERIOR	
A	 CANAL Y CUBIERTA DESMONTABLE	E	 CORAZA DE UN PASO	L	 DE ESPEJO FLUJO COMO EL CABEZAL ESTACIONARIO "A"
B	 CASQUETE (CUBIERTA INTEGRADA)	F	 CORAZA DE DOS PASOS CON DEFLECTOR LONGITUDINAL	M	 DE ESPEJO FLUJO COMO EL CABEZAL ESTACIONARIO "B"
C	 SÓLO HAZ DE TUBOS DESMONTABLE CANAL INTEGRADO CON ESPEJO Y CUBIERTA DESMONTABLE	G	 DE FLUJO PARTIDO	N	 DE ESPEJO FLUJO COMO EL CABEZAL ESTACIONARIO "N"
N	 CANAL INTEGRADO CON ESPEJO Y CUBIERTA DESMONTABLE	H	 DE FLUJO PARTIDO DOBLE	P	 CABEZAL FLOTANTE CON EMPAQUE EXTERIOR
D	 CIERRE ESPECIAL A ALTA PRESIÓN	J	 DE FLUJO DIVIDIDO	S	 CABEZAL FLOTANTE CON DISPOSITIVO DE APOYO
		K	 REHERVIDOR DE CALDERA	T	 CABEZAL FLOTANTE SIN CONTRABRIDA
		X	 FLUJO CRUZADO	U	 HAZ DE TUBO EN U
				W	 ESPEJO FLOTANTE SELLADO EXTERNAMENTE

Fuente: Normas TEMA.

d) Componentes auxiliares e Instrumentos de Control y Seguridad

El Sistema de Calentamiento cuenta con una serie de dispositivos que alimentan de combustible (sistema de alimentación de gas) y comburente (sistema de alimentación de aire) al quemador para que en él se produzca la combustión, así como que también existen dispositivos que, por otro lado, se encargan de controlar el proceso de forma automática. Asimismo, por las condiciones en las que

trabaja, éste representa un grado de riesgo para la integridad del personal y de las instalaciones, por lo que requiere de elementos que brinden seguridad en todos los aspectos por medio de un constante monitoreo de su parte. De esta manera, en toda la extensión del Sistema de Calentamiento, se reconocen básicamente los siguientes componentes auxiliares e instrumentos de control y/o seguridad:

- **En el calentador**
 - Controlador de presión de operación
 - Controlador de temperatura
 - Controlador de nivel
 - Manómetros
 - Válvula de seguridad, entre otros.

- **En el quemador**
 - Sistema piloto de encendido
 - Sistema de ignición y detección de llama
 - Switchs de aire para combustión y automatización
 - Servomecanismos
 - Dampas de aire
 - Programador de encendido, entre otros.

- **Sistema de alimentación de gas/aire**
 - Reguladores de presión
 - Válvulas de control de flujo
 - Sistema de medición de flujo de gas
 - Válvulas de bloqueo actuadas y/o manuales
 - Válvulas solenoide
 - Controladores de presión
 - Manómetros
 - Válvulas de alivio, entre otros.

- **Panel eléctrico de mando y/o auxiliar**
 - Transformadores
 - Arrancadores de motor de ventilador
 - Programador eléctrico para seguridad de llama y control de programación
 - Contactores
 - Interruptores
 - Fusibles, entre otros componentes eléctricos/electrónicos

FIGURA 29: TREN DE ALIMENTACIÓN DE GAS HACIA EL CALENTADOR



Fuente: Elaboración propia.

Secuencia de funcionamiento del Sistema de Calentamiento

El Sistema de Calentamiento es completamente automático, el cual entra en operación cuando el proceso así lo requiere en función a la demanda, dadas las condiciones de temperatura del gas natural, siendo el termostato quien por lo general envía la señal de activación. En ese sentido, en el presente apartado se desea resaltar la secuencia de programación común bajo la cual se enciende el Sistema de

Calentamiento para luego pasar a un estado estacionario de funcionamiento, siendo los principales pasos por los que atraviesa los que se detallan a continuación:

- La caldera inicia el ciclo de arranque, gracias a que el programador también inicia la secuencia sistemática de programación, verificando en forma paralela que las condiciones de operación sean las adecuadas (nivel de agua, suministro de aire, suministro de gas, etc.).
- Primero se efectúa un pre – barrido interno del calentador (hogar, tubos y chimenea), en el cual se enciende el ventilador (tiro forzado) para que con el aire forzado se puedan desplazar tanto gases remanentes como impurezas.
- Luego ocurre el accionamiento del presostato o interlock de aire del quemador, el mismo que se encarga de verificar que haya la presión suficiente de aire para la combustión y/o desplazamiento de la llama.
- Posteriormente, se produce el encendido de chispa a través del electrodo de ionización por un intervalo de 5 a 10 segundos gracias al alto voltaje generado por el transformador de ignición.
- Dentro del lapso de encendido de chispa, aproximadamente en el 3er segundo, se activa automáticamente la válvula solenoide para suministro de gas hacia el piloto de encendido, con lo cual se obtiene la primera flama.
- Una vez establecida la llama piloto, la fotocelda UV y/o el electrodo de ionización deben detectar esta llama primaria (por un período de aproximadamente 3 segundos) para dar pase a la apertura de la válvula solenoide que suministra gas para la llama principal.

- Acto seguido, se activa la llama principal y se elevan gradualmente los valores de presión y temperatura para uniformizar la masa interna de los elementos del Sistema de Calentamiento (caldera, casco, tubos, placas, etc.). De esta manera, se logra la estabilidad de llama y con ello el estado estacionario de las condiciones de operación hasta que, por alguna necesidad o señal emitida, el Sistema de Calentamiento se desactive.

2.1.1.6 Análisis de Criticidad. Método del Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

En el marco productivo de una industria, cada uno de los activos físicos que la conforman cumple con una determinada función de forma que, a final de cuentas, genere ganancia económica para quienes dirigen el negocio. El hecho de que alguno de estos activos deje de cumplir con el objetivo por el que fue adquirido (falla funcional), puede tener repercusiones considerables sobre diversos aspectos de la compañía, así como que también podría no representar mayor impacto sobre ella. Por esta razón, previo a la instauración de un plan de mantenimiento que asegure la confiabilidad de los equipos y/o la infraestructura, es necesario evaluar la necesidad de aplicarlo a todo el conjunto de activos en su totalidad o sólo a un grupo selecto, es decir, designarlo sólo a aquellos que, bajo el análisis de ciertos criterios, ameriten recibir un tratamiento especial por parte del área de mantenimiento debido a la importancia que los caracteriza. Este estudio discriminativo es denominado Análisis de Criticidad.

Ahora bien, el Análisis de Criticidad no es más que un método que sirve como instrumento para establecer una jerarquía estructurada y ordenada de los activos de una planta, ya sea a nivel de proceso, sistema o equipo; para que con ello se puedan tomar mejores decisiones que conlleven a dar mayor enfoque a las instalaciones que así lo requieran, direccionando hacia ellas los esfuerzos y/o recursos

para aumentar su confiabilidad operacional de alguna u otra manera, es decir, es el paso antecesor al diseño de un plan de mantenimiento. En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan (Woodhouse, 1994).

Para desarrollar un análisis de criticidad se toman en cuenta aspectos que reflejen cierto grado de impacto sobre la corporación y el entorno que la rodea. Efectivamente, se consideran una serie de criterios a evaluar tales como:

- Preservación del Ambiente
- Seguridad Física
- Seguridad de las Personas
- Continuidad Operacional
- Capacidad de Producción
- Costos Asociados de Mantenimiento
- Tiempos de reparación
- Efectos sobre la Calidad del Producto o Servicio, entre otros.

Existen varias maneras de realizar un Análisis de Criticidad de Activos; no obstante, todas cumplen con el mismo fin que es el de obtener la base sobre la cual se aplicará alguna metodología o proceso de optimización sustentado en técnicas apoyadas sobre la ingeniería de confiabilidad y mantenimiento. Asimismo, todas estas formas de analizar la criticidad orientadas a la gestión de riesgos, conjetura que multiplica el factor de frecuencia con la que se presenta algún tipo de fallo, por la consecuencia que implica la ocurrencia de dicho fallo, obteniendo como resultado el nivel de criticidad. Desde un enfoque matemático, normalmente la criticidad podría expresarse como:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia}$$

Existen varios métodos de obtener la criticidad de los activos físicos que conforman las instalaciones de una industria (ya sea analizando a nivel de sistema, equipo, elemento, etc.), los mismos que pueden ser del tipo cualitativo, semi-cuantitativo o cuantitativo. Al respecto, dentro del campo de los métodos cuantitativos para poder establecer una jerarquización en base a la criticidad, existe un método denominado Proceso de Análisis Jerárquico (AHP – Analytical Hierarchy Process), el cual está orientado a dar solución a la incertidumbre que se genera al momento de estudiar la criticidad dentro de un conjunto de activos con una numerosa cantidad de criterios de evaluación involucrados y con distintos niveles de importancia.

De hecho, el Proceso de Análisis Jerárquico es una técnica desarrollada por Thomas L. Saaty en los años setenta, diseñada para optimizar la toma de decisiones caracterizadas por su alta complejidad debido a la gran cantidad de criterios que intervienen en su determinación. Consiste básicamente en establecer preferencias para los criterios de evaluación a través de comparaciones hechas entre parejas en base a una escala de preferencias, para luego relacionar matemáticamente este diagnóstico con la realidad de cada uno de los activos y así obtener finalmente una lista jerarquizada en base a la criticidad. En resumen, el Proceso de Análisis Jerárquico se plantea en los siguientes pasos:

- a. **Definición del objetivo principal:** Es necesario aclarar el alcance del proceso y establecer la finalidad por la que se está efectuando.
- b. **Definición de los criterios de evaluación en forma de objetivos jerárquicos:** Se seleccionan los criterios que influyen en la toma de decisiones para poder jerarquizar las alternativas analizadas.
- c. **Comparación forma apareada entre criterios: Para ello se genera una Matriz de Comparación Apareada:** $A = n \times n$, donde “ n ” es el número de criterios de evaluación. Cada componente de

la matriz “ a_{jk} ” representa la comparación de importancias entre los criterios “j” y “k”, respectivamente en ese orden, y basada en una escala de preferencias o valoración de juicios que va desde el 1 hasta el 9 (donde 1 implica que ambos criterios tienen el mismo nivel de importancia, y 9 implica que el criterio “j” es absolutamente más importante que el criterio “k”). Por lo tanto, si $a_{jk} > 1$ quiere decir que el criterio “j” es más importante que el criterio “k”; por el contrario, $a_{jk} < 1$ (inversa de a_{kj}), significa que el criterio “k” es más importante que el criterio “j”. Si $a_{jk} = 1$, ambos criterios tienen la misma importancia. De esta manera, la estructura de la matriz de comparación apareada quedaría de la siguiente forma:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \vdots & 1 \end{bmatrix}$$

Cabe resaltar que en este esquema se cumple que: $a_{jk} * a_{kj} = 1$

Por otro lado, el número de comparaciones a efectuar equivale a:

$$\frac{n(n - 1)}{2}$$

- d. **Descripción de las alternativas a ser jerarquizadas:** Se demarcan las alternativas que se desean ponderar en orden de prioridad de acuerdo a la criticidad que reflejan, definiendo el nivel jerárquico de las mismas sobre el que se desea aplicar el método en referencia.
- e. **Establecimiento de escalas de puntuación para cada criterio seleccionado:** Se establecen “pesos” de manera cuantitativa a cada uno de los criterios seleccionados, en base a una escala

gradual que va del 1 al 10. Esta puntuación puede variar en función a las necesidades identificadas de la compañía, y permitirá ponderar cada criterio por cada alternativa a jerarquizar, dependiendo del comportamiento de la relación entre ellos y cómo ésta se manifieste en el contexto operacional.

- f. **Evaluación de las alternativas en términos de cada uno de los criterios seleccionados:** En este paso se analiza el grado en el que se evidencian cada uno de los criterios sobre cada una de las alternativas a jerarquizar, y en base a ello, se valora el grado de manifestación del criterio sobre la alternativa a través de la asignación de “pesos” numéricos en una matriz (Alternativas vs. Criterios), de acuerdo a lo estipulado en las escalas graduales del punto anterior. Es así que la matriz de evaluación de las alternativas para cada uno de los criterios está formada por componentes de la forma b_{jk} , de la siguiente manera:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \vdots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

Donde “m” representa el número de alternativas y “n” el número de criterios de evaluación. Asimismo la asignación de valores debe darse dentro del siguiente parámetro:

$$1 \leq b_{jk} \leq 10$$

Posteriormente, partiendo de la matriz de evaluación de las alternativas para cada uno de los criterios, se genera la “Matriz Normalizada #1” que consiste en dividir cada componente de la

matriz formada entre la sumatoria de total de cada columna en la que se encuentra. Expresado matemáticamente, los componentes de la “Matriz Normalizada #1” tienen la siguiente forma:

$$\hat{b}_{jk} = \frac{b_{jk}}{\sum_{l=1}^m b_{lk}}$$

Obteniendo en su desarrollo:

$$N_1 = \begin{matrix} & \mathbf{C1} & \mathbf{C2} & & \mathbf{Cn} \\ \left[\begin{array}{cccc} b_{11}/\Sigma C1 & b_{12}/\Sigma C2 & \dots & b_{1n}/\Sigma Cn \\ b_{21}/\Sigma C1 & b_{22}/\Sigma C2 & \dots & b_{2n}/\Sigma Cn \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1}/\Sigma C1 & b_{m2}/\Sigma C2 & \vdots & b_{mn}/\Sigma Cn \end{array} \right. \end{matrix}$$

Donde N_1 representa a la “Matriz de Normalizada #1”.

- g. **Disgregación de la jerarquización de alternativas de forma individual para cada criterio:** Del producto final obtenido en la matriz normalizada, se ordenan las alternativas de forma descendiente (dispuestas en forma vertical) y por separado, de acuerdo al valor alcanzado de los componentes en términos de cada uno de los criterios (dispuestos en forma horizontal), el cual representa el nivel de manifestación de éstos sobre cada una de las alternativas.
- h. **Verificación de la congruencia de los juicios. Determinación del Radio de Inconsistencia (IR) y jerarquización por cada uno de los criterios:** En vista que se hace una serie de comparaciones apareadas entre criterios, se requiere analizar la coherencia del resultado, es decir, verificar qué tan congruente fue el juicio bajo el

cual se adoptaron los niveles de preferencia por uno u otro criterio. Para ello, se debe calcular el “Radio de Inconsistencia” (I_R), factor que determina el grado de consistencia de las decisiones tomadas. No obstante, para conocer el Radio de Inconsistencia, es necesario hallar otros parámetros que intervienen en su obtención, tales como el “ $\lambda_{\text{máx}}$ ”, el “Indicador de Inconsistencia” (CI) y el “Índice de Aleatoriedad de Saaty para una Matriz $n \times n$ ” (RI) cuyo valor se obtiene de una tabla fija de valores predeterminados.

Sentado esto, previo al cálculo de las variables antes mencionadas, se requiere hallar la “Matriz de Autovectores” o “Vector de Pesos de Criterio” (w_j) cuyo orden es de $n \times 1$ (matriz columna) y se obtiene a partir de la “Matriz de Comparación Apareada” al calcular el valor medio de cada columna de ésta. Es decir, se forma una “Matriz Normalizada #2” de la siguiente manera:

$$\hat{a}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{l=1}^n a_{lk}}$$

Obteniendo e su desarrollo:

$$N_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} \mathbf{C1} & \mathbf{C2} & & \mathbf{Cn} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 1/\Sigma C1 & a_{12}/\Sigma C2 & \dots & a_{1n}/\Sigma Cn \\ a_{21}/\Sigma C1 & 1/\Sigma C2 & \dots & a_{2n}/\Sigma Cn \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1}/\Sigma C1 & a_{n2}/\Sigma C2 & \vdots & 1/\Sigma Cn \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Donde N_2 representa a la “Matriz Normalizada #2”.

Una vez que se ha normalizado la “Matriz de Comparación Apareada” transformándola en la “Matriz Normalizada #2”, es posible generar, en función sus valores, la denominada “Matriz de Autovectores” que define el nivel de importancia de cada criterio, y sus componentes se expresan de la siguiente manera:

$$w_j = \frac{\sum_{l=1}^n d_{jl}}{n}$$

Donde “ d_{jl} ” representa a los componentes de una fila de la “Matriz Normalizada #2”.

De este modo, cuando ya se han hallado los valores de los autovectores y tomando nuevamente como referencia la Matriz de Comparación Apareada, se procede con la estimación del “ $\lambda_{m\acute{a}x}$ ” por medio de las siguientes expresiones matemáticas:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \sum_j \frac{\lambda_j}{n}$$

$$\lambda_j = \frac{1}{w_j} * \sum_{k=1}^m a_{jk} * w_k$$

Donde “ a_{jk} ” corresponde a un componente de la “Matriz de Comparación Apareada”.

Por consiguiente, una vez que se ha hallado el “ $m\acute{a}x$ ”, es posible calcular el Índice de Consistencia, factor que indica cuán alejado se está del valor ideal, que en este caso es la unidad; y se obtiene de la siguiente manera:

$$CI = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - m}{m - 1}$$

Posteriormente, se toma el “Índice de Aleatoriedad de Saaty” (RI) de una tabla fija desarrollada por el mismo Thomas L. Saaty, la cual contiene los distintos valores del índice en referencia de acuerdo al número de criterios de evaluación. Este índice muestra la tendencia del valor del índice de consistencia si en caso todos los valores se consiguieran aleatoriamente de manera absoluta.

TABLA 4: VALORES DEL ÍNDICE DE ALEATORIEDAD DE SAATY (RI) DE ACUERDO AL NÚMERO DE CRITERIOS SOMETIDOS A COMPARACIÓN

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5

Fuente: <http://redindustria.blogspot.com/2010/11/metodo-ahp-para-la-seleccion-de-una.html>

Finalmente, se calcula el “Radio de Inconsistencia” (I_R):

$$I_R = \frac{CI}{IR}$$

Para que con ello, se ubique el resultado obtenido dentro de los intervalos de valores que establecen si los juicios tomados sobre la evaluación de los criterios han sido congruentes o no, es decir, se determina la consistencia bajo el siguiente esquema:

$$I_R \leq 0.10 \rightarrow \textit{Consistencia razonable}$$

$$I_R \geq 0.10 \rightarrow \textit{Inconsistencia}$$

- i. **Jerarquización final de las alternativas en función a la evaluación de los criterios:** Para hallar el valor final que determinará la jerarquización de las alternativas, es necesario multiplicar cada componente de la “Matriz Normalizada #1” por cada valor de la “Matriz de Autovectores” (jerarquización por criterio) correspondiente a la columna del criterio que se está tratando, respectivamente, obteniendo así la una “Matriz de Jerarquización Final” (o “Vector de Jerarquización Final”) del orden $m \times 1$, donde “m” es el número de alternativas analizadas y

determina el orden de criticidad de los activos en estudio. Matemáticamente, los componentes x_j de este vector resultante tienen la siguiente forma:

$$x_j = \sum_{l=1}^n \hat{b}_{jl} * w_l$$

Donde " \hat{b}_{jl} " representa cada componente de la "Matriz Normalizada #1" y " w_l " representa el valor de cada componente de la "Matriz de Autovectores", obteniendo así la "Matriz o Vector de Jerarquización Final" de acuerdo al siguiente detalle:

$$\begin{bmatrix} x_1 = \hat{b}_{11} * w_1 + \hat{b}_{12} * w_2 + \dots + \hat{b}_{1n} * w_n \\ x_2 = \hat{b}_{21} * w_1 + \hat{b}_{22} * w_2 + \dots + \hat{b}_{2n} * w_n \\ x_3 = \hat{b}_{31} * w_1 + \hat{b}_{32} * w_2 + \dots + \hat{b}_{3n} * w_n \\ \dots \\ x_m = \hat{b}_{m1} * w_1 + \hat{b}_{m2} * w_2 + \dots + \hat{b}_{mn} * w_n \end{bmatrix}$$

Donde "m" representa el número de alternativas y "n" el número de criterios de evaluación.

- j. **Ranking de criticidad (listado final):** Como último paso y producto de la "Matriz de Jerarquización Final", se ordenan las alternativas analizadas en forma descendiente en referencia a los valores obtenidos, teniendo así como resultado un ranking definitivo en el que se muestra la relación de activos dispuestos en función a su criticidad, listado sobre el que se podrán tomar decisiones estratégicas de mejora de acuerdo a los alcances y objetivos establecidos al comienzo del proceso de análisis.

2.1.1.7 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Se conoce como Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, en adelante RCM por sus siglas en inglés (Reliability Centered

Maintenance), a una técnica organizativa de la gestión del mantenimiento que fue desarrollada, durante las décadas de 1960 y 1970, inicialmente para la industria aeronáutica de los Estados Unidos de Norteamérica, donde la tolerancia a la falla debía tender hacia el cero absoluto. Desde entonces hasta la actualidad, esta metodología ha sido expandida y aplicada en diversos sectores/industrias tales como militar, nuclear, energético, ferroviario, etc. Y es que a pesar de ser una práctica difícil de implantar por la complejidad que la caracteriza, se enfoca en mejorar los resultados del mantenimiento efectuado sobre uno o más activos físicos pre-seleccionados, tomando como punto de partida a las funciones que estos desempeñan dentro de su contexto operativo. De esa manera, se orienta la atención más hacia las funciones que por las fallas propiamente, preservando así la razón de ser del mantenimiento industrial, cuyo objetivo es que los activos desarrollen continuamente lo que sus usuarios desean que haga bajo ciertos parámetros de funcionamiento, sin ir más allá de la capacidad para la que fueron diseñados.

Es así que, a través de la utilización de RCM sobre la base de una secuencia estructurada y ordenada de pasos planificados y analizados de forma consensuada, se reúnen los requerimientos de mantenimiento que deben ser aplicados a un elemento físico con la finalidad de conservar las condiciones en las que cumple con hacer, dentro de un determinado marco operacional, lo que sus usuarios requieren. Para ello, es necesario responder a siete preguntas básicas, las cuales están relacionadas entre sí y son consecuentes una a una en el orden en el que se formulan. Dar respuesta a cada una de estas preguntas implica el hecho de hallar parámetros de manera progresiva, acción cuyo desenlace aterriza en la elaboración de un adecuado Plan de Mantenimiento para los sistemas/activos que se están analizando.

A continuación, se detallan las preguntas clave del RCM, y relacionándolas con cada uno de los parámetros a estudiar:

1. ¿Cuáles son las funciones y parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operativo? → **Funciones (Diseño)**
2. ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones? → **Falla Funcional**
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional? → **Modo de Falla**
4. ¿Qué sucede cuando ocurre la falla? → **Efectos de Falla**
5. ¿De qué manera importa cada falla? → **Consecuencias de Falla**
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla? → **Estrategias de Mantenimiento**
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? → **Estrategias de Mantenimiento**

Funciones y sus Parámetros de Operación

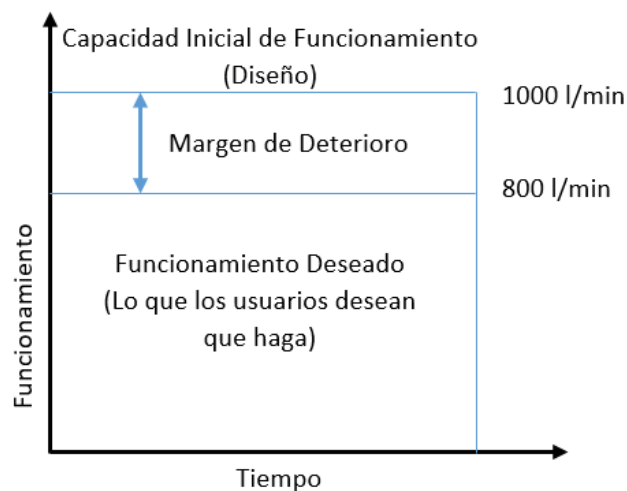
Un principio bien establecido por la ingeniería es que la definición de una función consiste de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento según el usuario. Y es que antes de poder aplicar un proceso para determinar lo que es necesario hacer como parte del mantenimiento, es decir, para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que los usuarios quieren que haga dentro de su contexto operacional, debemos hacer dos cosas fundamentales:

- Determinar qué es lo que los usuarios quieren que haga.
- Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Esta es la razón por la que el primer paso en el proceso RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseado. Una definición funcional escrita adecuadamente especialmente si está totalmente cuantificada, define con precisión los objetivos de desempeño. Esto asegura que todos los involucrados conocen exactamente qué se quiere, lo que a su vez asegura que las actividades de mantenimiento permanezcan

enfocadas hacia las necesidades reales de los usuarios. También ayuda a absorber variaciones originadas por cambios de expectativas sin hacer obsoleto todo el emprendimiento. Es por ello que estas funciones van acompañadas de estándares de funcionamiento, los cuales determinan las condiciones sobre las que se puede considerar que el activo se encuentra operando correctamente. Por ejemplo, se tiene una bomba cuya capacidad de diseño es bombear hasta 100 litros de agua por minuto bajo ciertas condiciones, mientras que el operador necesita que dentro del proceso en el que se desempeña dicha bomba haya un flujo mínimo de 800 litros por minuto. En ese caso, la función de esta bomba sería “bombear agua” y a ello iría acompañado el estándar de “no bombear agua a menos de 800 litros por minuto”.

FIGURA 30: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CAPACIDAD INICIAL DE UNA BOMBA EN COMPARACIÓN AL FUNCIONAMIENTO DESEADO



Fuente: Elaboración propia.

De lo expuesto, es preciso resaltar que la finalidad de brindar mantenimiento a un determinado activo físico es poder restaurarlo, en el mejor de los casos, desde su estado de deterioro/desgaste hasta su nivel de capacidad inicial (sin poder aumentarla), la cual está definida por su diseño y por cómo está hecho, de tal forma que pueda seguir cumpliendo con las funciones que requiere su usuario.

Finalmente, para denotar las funciones, tendremos en cuenta que dividiremos las funciones en dos categorías principales: Funciones Primarias y Funciones Secundarias, las cuales a su vez se dividen en otras subcategorías que mencionaremos a continuación:

- **Funciones Primarias:** Nacen de la razón(es) principal por la cual fue adquirido el activo y son descritas por las definiciones de su funcionamiento. Son el motivo de existencia del activo en la organización y por lo general son las más fáciles de conocer. Son las que se escriben primero en la enumeración de funciones dentro de la Hoja de Información de RCM.

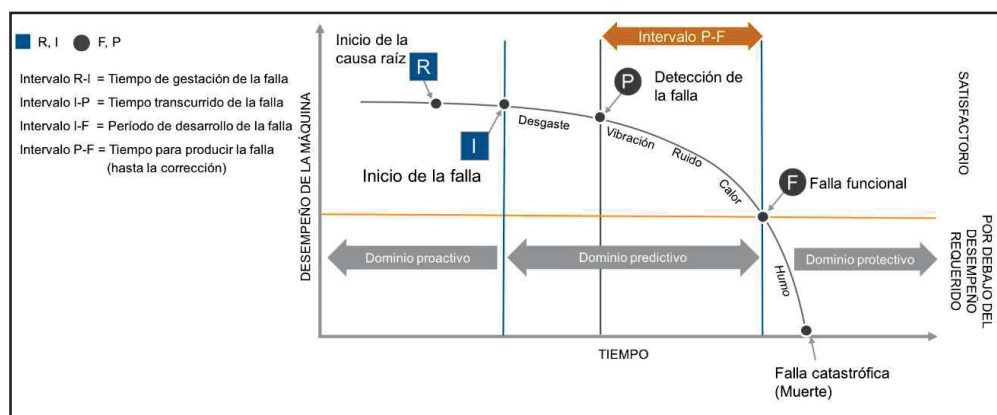
- **Funciones Secundarias:** Son aquellas que complementan a las funciones primarias y evalúan aspectos colaterales que no pueden ser pasados por alto, tales como:
 - Ecología
 - Integridad Ambiental
 - Seguridad
 - Integridad estructural
 - Control del usuario
 - Contención/Retención de sustancias de trabajo
 - Confort
 - Apariencia
 - Protección
 - Eficiencia
 - Economía

- Funciones Superfluas

Fallas Funcionales

Se conoce como Falla Funcional a la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una determinada función según un parámetro o estándar de funcionamiento aceptable para el usuario. A propósito de los estándares de funcionamiento, son estos justamente los que demarcan la falla funcional de un activo físico, dado que, cuando éste se sale del margen establecido para su operación, se considera que dejó de hacer lo que el usuario espera que haga. Basándonos en el ejemplo anterior, el hecho de que la bomba se deteriore al punto de no poder bombear al menos 800 litros de agua por minuto, representa la falla de la función principal. Por otra parte, si una de sus funciones secundarias fuera “contener agua” y ésta no pudiera satisfacer dicha necesidad, también se consideraría una falla funcional. Esto muestra porqué es más preciso definir una falla en términos de la pérdida de una falla funcional delimitada o no por un estándar de funcionamiento.

FIGURA 31: EL DOMINIO DE LA FALLA DE LA MÁQUINA EN EL TIEMPO



Fuente: <http://noria.mx/lublearn/por-que-la-inspeccion-2-0-es-su-mejor-estrategia-para-la-deteccion-temprana-de-fallas/>

Existen aspectos que describen las fallas funcionales, entre los cuales tenemos:

- **Falla total y parcial:** Define si una falla impide completamente al activo ejercer su función o si es capaz de llevarla a cabo pero no completamente.
- **Límites superiores e inferiores:** Delimitan el margen de falla pudiendo darse 2 panoramas: Que el rango de capacidad podría ir más allá de los límites de especificación en una sola dirección (bien superior o bien inferior) o que el rango de capacidad vaya más allá de ambos límites.
- **Medidores e indicadores:** Definen la falla funcional en varias dimensiones, evaluándola en base a un patrón de referencia establecido.
- **El contexto operacional:** Toma en cuenta las condiciones en las que se desempeña el activo, diferenciándolo de otro similar pero que opera en distintas condiciones.

Modos de Falla

Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla funcional de un activo físico, sistema o proceso. La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre los estados de falla y los eventos que podrían provocarlos, es hacer primero un listado de fallas funcionales, para que sobre ellas se puedan registrar los modos de falla que podrían causar cada una de éstas. Asimismo, la descripción debe ser lo suficientemente detallada como para poder seleccionar una estrategia de manejo de falla apropiada, pero no tanto como para perder mucho tiempo en el propio proceso de análisis. Para

ello, deben usarse de manera razonable expresiones como “falla” o “rotura” o “mal funcionamiento de”, ya que como tal proporcionan muy poca y vaga información con miras a buscar la forma adecuada de gestionar la falla funcional en tratamiento. El uso de verbos más específicos permite seleccionar la política más adecuada dentro de un rango completo de posibilidades.

El planeamiento del mantenimiento está enfocado en cubrir y tratar modos de falla específicos. Asimismo, por lo general, los sistemas de registro de historia técnica de algún equipo o sistema, registran modos de falla individuales. Por ejemplo, si tocamos el ejemplo anterior de la bomba cuya función principal es bombear agua a no menos de 800 litros por minuto y ésta dejara de cumplir con ese requerimiento, quiere decir que ha fallado en su función principal debido a modos de fallo tales como “Impulsor desgastado” o “Impulsor suelto”, definiciones que nos ayudarán a especificar mejor las tareas de intervención.

Efectos de Falla

El cuarto paso en el proceso de revisión RCM consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla, es decir, describe lo que ocurre al presentarse un determinado modo de falla en el activo. Un efecto de falla responde a la pregunta “¿Qué ocurre?” y depende mucho del contexto operacional en el que se desenvuelve el activo/sistema. La descripción de estos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Concretamente, al describir los efectos de una falla, debe hacerse constar lo siguiente:

- La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
- Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el ambiente.

- Las maneras (si las hubiera) en que afecta a la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

Algunos ejemplos de efectos de falla son:

- Incremento del riesgo de incendio o explosiones.
- El escape de productos químicos peligrosos.
- Electrocutación.
- Caída de objetos
- Tiempos de parada, entre otros.

Consecuencias de Falla

Cada vez que ocurre una falla en un activo físico, de alguna manera afecta a la organización que lo utiliza. Algunas fallas funcionales afectan la producción, la calidad del producto o el servicio al cliente. Otras representan un riesgo para la seguridad o la preservación del ambiente en óptimas condiciones. Algunas incrementan los costos operativos, por ejemplo al incrementar el consumo de energía, mientras que algunas tienen impacto en cuatro, cinco, o seis de estas áreas. Así también, existen las que aparentemente no tienen efecto alguno si ocurren por sí solas, pero ponen en riesgo a la organización, exponiéndola a fallas mucho más serias.

En conclusión, las consecuencias de las fallas manifiestan el grado de importancia que representa sobre la compañía, la suscitación de alguna falla funcional en un determinado activo físico. Ahora bien, RCM reconoce estas consecuencias en 4 grandes categorías, las mismos que se encuentran interconectados entre sí en el Diagrama de Decisión RCM para que, más adelante, las consecuencias de cada modo de falla puedan ser analizadas detallada y estructuradamente, de cara a la

toma de decisiones en cuanto a estrategias de mantenimiento como mecanismos de control de fallas. Dichas categorías se detallan a continuación:

- **Consecuencias de fallas ocultas:** Las consecuencias de las fallas no manifiestas en realidad no representan un efecto directo sobre el los procesos; sin embargo, al ser éstas un peligro latente e inminente, por lo general acarrear consigo consecuencias colaterales que se desconocen, las cuales en muchos casos llegan a ser devastadoras. Es por ello que en RCM éste tipo de fallas deben ser reconocidas y tratadas de manera prioritaria, a la vez que se les brinda todas las facilidades de acceso para su tratamiento desde el punto de vista de mantenimiento.
- **Consecuencias para la seguridad:** Una consecuencia es considerada como tal si es que tiene efectos negativos sobre la integridad física de las personas que interactúan con el activo físico. RCM distingue este tipo de consecuencias y las antepone del funcionamiento, propiamente. Esto es debido a que la vida de las personas tiene el mayor grado de importancia dentro del proceso.
- **Consecuencias para el ambiente:** Son aquellas que atentan contra la preservación del ambiente en óptimas condiciones, alterando el ecosistema que rodea a las instalaciones y/o transgrediendo la normativa vigente relacionada con el cuidado del ambiente.
- **Consecuencias operacionales:** Cuando una falla tiene repercusión sobre la producción o núcleo del negocio, quiere decir que tiene consecuencias operacionales, trayendo consigo efectos negativos sobre las ventas, el producto, la calidad del servicio, cumplimientos legales, entre otros. Este tipo de consecuencias

impactan económicamente sobre la compañía generando costos por reparación y pérdidas al dejar de producir.

- **Consecuencias no operacionales:** Existen también fallas que, pese a que son visibles, no afectan en ninguno de los aspectos anteriores como seguridad, ambiente o a las operaciones. Por lo tanto, el único costo asociado es el que se asume al reparar el activo.

Selección de Tácticas de Mantenimiento

La fase de selección de tácticas es donde se plantea la política más apropiada y eficaz para gestionar las fallas funcionales, es decir, saber qué acciones tomar ante su posible ocurrencia. Esto dará la base de un Plan de Mantenimiento óptimo para el activo o conjunto de activos que se están analizando, identificando oportunidades de mejora en el diseño y mejorando la confiabilidad y los procesos en general. Ahora bien, este proceso de selección se fundamenta en el tipo de consecuencias que se producen, parámetro que introduce el concepto de gestión de la falla más que de prevención de la misma. En ese sentido, RCM propone un flujo analítico de cuestionamientos, a través del Diagrama de Decisión, el cual consiste en un sistema lógico que permite hallar las acciones más adecuadas a tomar dependiendo de las consecuencias. Estas acciones o estrategias de mantenimiento se clasifican/dividen de la siguiente manera:

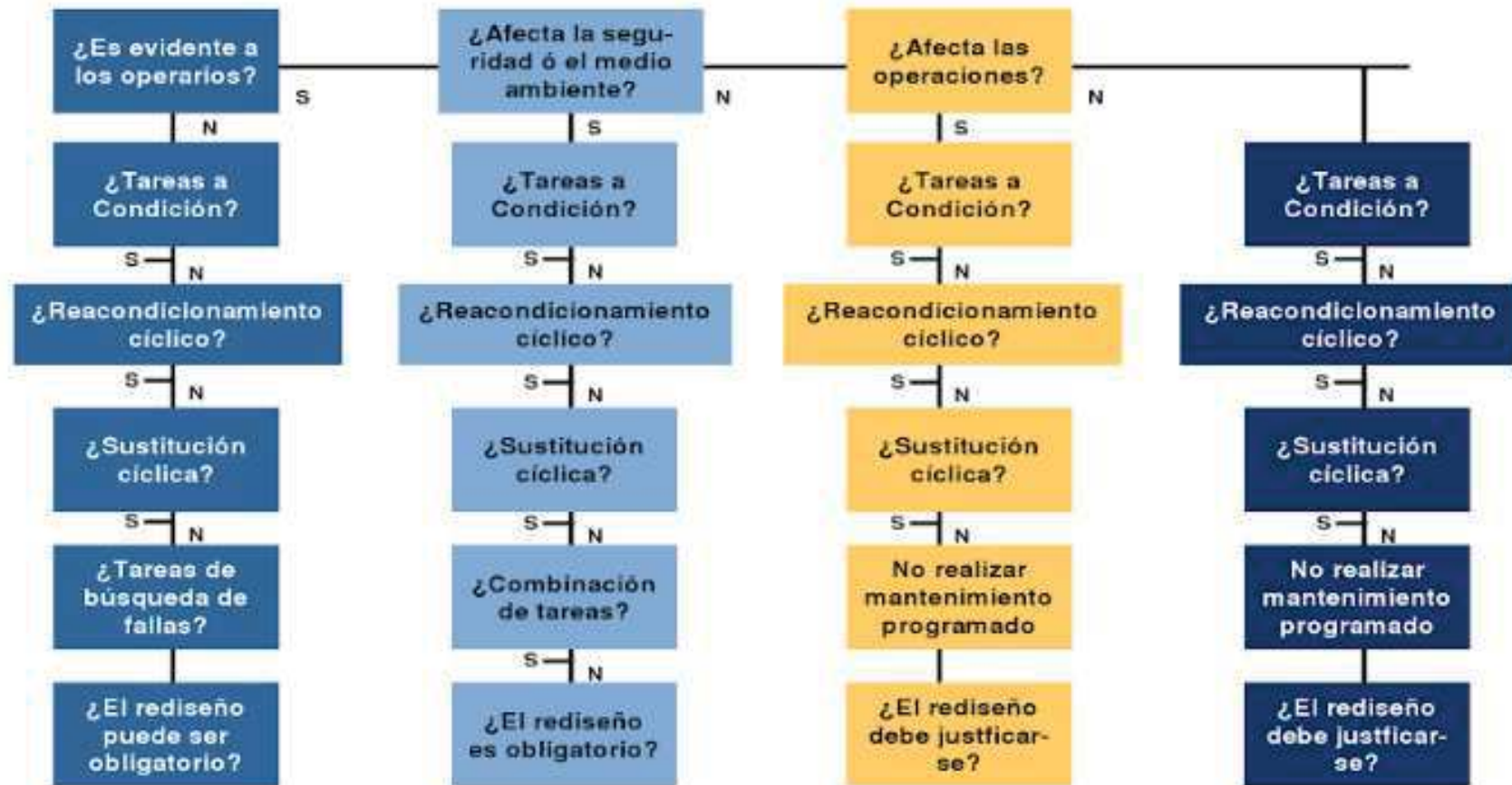
- **Tareas Proactivas:** Acciones que buscan prevenir las fallas funcionales o reducir el impacto de las consecuencias a través de intervenciones sobre los equipos como reparaciones, reemplazo de elementos, detección de síntomas, etc. que ayudan a mantener en condiciones operativas a los equipos, provocando que éstos

continúen haciendo lo que sus usuarios desean. A su vez, este tipo de tareas se subdividen en:

- **Tareas “a condición”:** Consisten en técnicas basadas en el hecho de que, por lo general, los modos de falla se dan gradualmente a través del tiempo y no de forma espontánea. Por ese motivo, este tipo de tareas se dedican a la detección prematura de fallos por medio de diversos métodos que analizan la condición actual del equipo, comprobando su correcto funcionamiento y detectando síntomas físicos en el activo para así poder indicar el momento en el que esté a punto de fallar. Justamente su nombre se debe a que los equipos son dejados funcionando con la condición de que sigan desempeñándose bajo los estándares de operación que sus usuarios requieren.
- **Tareas de reacondicionamiento cíclico:** Implica la restitución de las condiciones de un activo desgastado, de manera preventiva, cada cierto período de tiempo a través de re fabricación de uno o más de sus componentes, al margen de las condiciones en las que se encuentre (buenas o malas).
- **Tareas de sustitución cíclica:** Consisten en el reemplazo de los dispositivos/componentes que conforman un activo/sistema con una determinada frecuencia, al margen de las condiciones en las que se encuentre y de manera preventiva, para alargar el tiempo de vida a través del restablecimiento de las condiciones originales.
- **Acciones por Defecto:** También conocidas como tareas “a falta de”, son empleadas para casos en los que no resulta provechosa la aplicación de alguna tarea proactiva. A su vez, este tipo de acciones se subdivide en:

- **Búsqueda sistemática de fallas:** Consiste básicamente en la constatación periódica de funciones no evidentes bajo condiciones normales de operación, para determinar si han caído en etapa de falla.
- **Rediseño:** Consiste en la implementación de modificaciones de ingeniería sobre el activo con la finalidad de mejorar la capacidad y/o funcionalidad del mismo. Son aplicadas en caso no sea factible instaurar alguna tarea proactiva y/o la combinación de dos o más de ellas, para un modo de falla que afecte considerablemente a la seguridad o ambiente. Asimismo, éstas deben ser justificadas económicamente.
- **Ningún mantenimiento programado:** Se aceptan las condiciones de falla del activo, esperando a que éste llegue a dicho estado para proceder, de manera reactiva, con la reparación pertinente, dado que no es rentable efectuar la reparación antes que se produzca la falla, debido a los costos asociados a dicha operación (por lo general, más caros que los efectos producidos por las consecuencias de fallas ocultas, operacionales o no operacionales).

FIGURA 32: LÓGICA DE LA SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO: ENFOQUE RCM



Fuente: PARRA MÁRQUEZ C., & CRESPO MARQUEZ A., 2012. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos (1era edición)*. Sevilla, España: INGEMAN.

2.1.1.8 Análisis de Modos y Efectos de Falla

Es un proceso estructurado y documentado que, por sí solo dentro del marco del RCM, se enfoca en identificar las posibles maneras en las que se puede dar la falla funcional un activo físico y el resultado de ella sobre el contexto operativo. Bajo esa premisa, parte del Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) constituye la etapa inicial en el desarrollo de la metodología RCM, en la cual, sirve como herramienta para establecer los objetivos, definir el problema y recoger información relacionada con la ocurrencia de fallas (de qué manera se pierde la función, cuál es la causa, y qué sucede posteriormente). Cabe resaltar que, como se ha mencionado anteriormente, RCM es una herramienta de carácter integral con miras a la elaboración u optimización de algún Plan de Mantenimiento basado en tareas que buscan mitigar las consecuencias de las fallas y así mejorar la gestión de éstas. Es por eso que el gran parte del AMEF es la primera fase dentro del análisis RCM, y es llevado a cabo con un grupo multidisciplinario de trabajo formado por personal que interviene en las operaciones. En conclusión, su objetivo es el de ser un marco de referencia para seleccionar las acciones que mejor se acomoden con la finalidad de reducir los riesgos asociados a las fallas.

Sentado esto, un despliegue completo del AMEF se plantea siguiendo los siguientes pasos:

- Formación del grupo de trabajo responsable del análisis.
- Establecimiento del tipo de AMEF a utilizar y delimitar los alcances (AMEF de diseño o AMEF de proceso).
- Detallar las funciones del activo/sistema y sus respectivos estándares de funcionamiento.
- Describir los modos de falla potenciales que implican la pérdida total o parcial de una función.
- Definir los efectos potenciales de darse una falla.

- Evaluar las causas potenciales que originan la falla.
- Precisar los métodos de control a tomar.
- Determinación de los indicadores de monitoreo para los modos potenciales de falla (Índice de Gravedad, Índice de Ocurrencia, Índice de Detección).
- Estimar el NPR (Número de Prioridad de Riesgo) para cada modo potencial de fallo (Multiplicación de los 3 indicadores).
- Sugerir las acciones de mejora.
- Verificación periódica del AMEF.

2.1.1.9 Principales tipos de Mantenimiento

Existe una variedad de rutas que el mantenedor puede emplear con el fin de gestionar las posibles fallas funcionales que puedan presentar los activos. Estas rutas reciben también el nombre de Tipos de Mantenimiento, los cuales en conjunto definen la estrategia de mantenimiento a seguir más adecuada de acuerdo a las decisiones que se tomen acorde con las consecuencias que surgen producto de los efectos que produce la ocurrencia de una falla en algún equipo/sistema. Gracias a ello, se definen modelos de mantenimiento a aplicar, los mismos que consisten en definir una serie de actividades, basadas en los diferentes tipos de mantenimiento, con el fin de aumentar la confiabilidad, productividad y eficiencia global de los activos físicos.

Tradicionalmente, entre los principales tipos de mantenimiento se tiene:

- **Mantenimiento Preventivo:** Hace referencia a toda actividad de mantenimiento predefinida de manera sistemática y repetitiva, con la intención de asegurar regularidad y permanencia de la correcta operación de un activo/sistema. Abarca acciones tales como las inspecciones, ajustes, conservación, reacondicionamiento, sustituciones, etc. teniendo como propósito reducir la ocurrencia de fallas, mitigar las consecuencias, elevar la fiabilidad de las

instalaciones (activos) y la calidad de producto/servicio. A su vez, el Mantenimiento Preventivo puede aplicarse de 3 formas:

- **Basado en frecuencia:** Corresponde al mantenimiento preventivo tradicional donde las órdenes de trabajo son generadas por alguna unidad de medida de servicio UMS sobre la cual se basarán todas las tareas de mantenimiento y reparaciones planificadas para su ejecución durante la vida útil del activo, como por ejemplo, número de horas de operación, kilómetros de recorrido, número de RPM, etc.
- **Basado en la condición:** Las actividades de mantenimiento no se llevan a cabo cíclicamente o tomando como base alguna UMS, sino que son ejecutadas a través del monitoreo de diversas condiciones de trabajo de los equipos. Su objetivo central es el de maximizar la vida útil del activo/sistema antes de ponerlo fuera de servicio para aplicar sobre éste alguna tarea preventiva y/o de reparación, haciendo prevalecer la idea de que es más conveniente llevar a cabo dichas actividades en el momento más próximo a la aparición de la falla con la finalidad de simplificar la utilización de recursos de mantenimiento (horas – hombre, materiales, servicios, etc.).
- **Overhaul o Recorrida a cero UMS:** Se define la “recorrida a cero” o “recorrida general” como el conjunto de tareas de restauración y sustitución de elementos efectuadas sobre un activo que desempeña una cierta función, cuando el mismo alcanzó el 100% de su vida útil, quedando luego de esta intervención con cualidades similares a las de un equipo nuevo de sus mismas características. Por lo general, llevar a cabo este trabajo representa un costo elevado, por lo que la mayoría de empresas consideran que el dinero empleado en esta

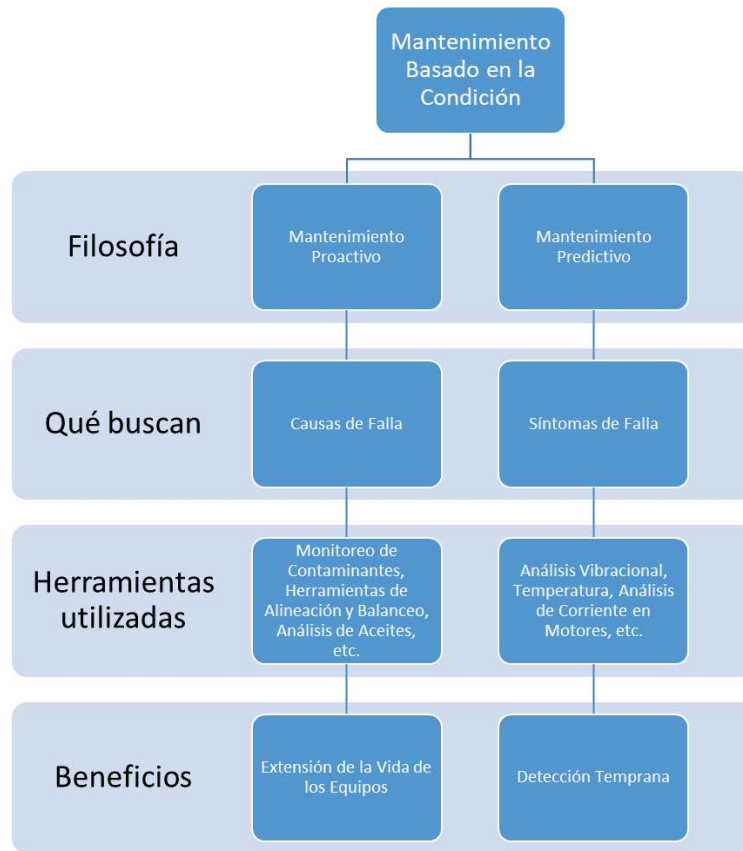
repotenciación debe ser considerado como una inversión (CAPEX) y no como un gasto operativo (OPEX). Asimismo, normalmente es ejecutado por su propio fabricante o representante de marca.

- **Mantenimiento Predictivo:** Consiste en el conjunto de tareas destinadas a determinar la condición operativa de los equipos o máquinas, identificando síntomas de falla a través de técnicas que miden las variables físicas y químicas más importantes durante su desempeño, con el objetivo de poder predecir el comportamiento del activo por anomalías detectadas anticipadamente y a partir de ello poder corregirlas, usando para tal fin una serie de instrumentos y sistemas de diagnóstico. Algunos ejemplos comunes de técnicas predictivas son: Análisis vibracional, análisis por ultrasonido, análisis de lubricantes y fluidos, análisis termográfico, Análisis de aislamiento y corriente en motores, medición de la corrosión, ensayos no destructivos, entre otros.
- **Mantenimiento Correctivo:** Constituye el mantenimiento efectuado después de la ocurrencia de alguna falla funcional, actividades que son generadas ya sea a partir de las inspecciones que realiza el operador y/o técnico de mantenimiento o producto de algún tipo de alarma o señal de alerta emitida por dispositivos instalados sobre la infraestructura que dan aviso al personal de que algún parámetro de funcionamiento se encuentra fuera del rango permisible, es decir, que dejó de hacer lo que el usuario requiere. Una vez ocurrido el hallazgo, lo recomendable es programar la corrección en un momento que no afecte la operación/producción, o en su defecto, que represente impacto en poca medida. En base a ello, el mantenimiento correctivo se puede clasificar de la siguiente manera:

- Mantenimiento correctivo inmediato o urgente
- Mantenimiento correctivo diferido o programable

- **Mantenimiento Proactivo:** Este tipo de mantenimiento está centrado en no sólo determinar el momento exacto en el que fallará un componente sino sobre todo en determinar las causas raíces que generan el problema, siendo ese su principal aporte. En muchos casos este tipo de mantenimiento es considerado como la extensión del predictivo e incluso las herramientas utilizadas para la aplicación de ambos son muy parecidas entre sí; sin embargo, el nivel de profundidad y el objetivo perseguido no es el mismo, dado que, a diferencia del mantenimiento predictivo el cual reconoce síntomas de fallas, el mantenimiento proactivo busca identificar las causas de las fallas. Entre las técnicas más comunes utilizadas como parte del mantenimiento proactivo se encuentran: Monitoreo de contaminantes, herramientas de alineación y balanceo, análisis de aceites, etc.

FIGURA 33: COMPARACIÓN ENTRE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y MANTENIMIENTO PROACTIVO



Fuente: Elaboración propia.

- Mantenimiento Detectivo o Funcional:** Cuando un sistema de protección, como por ejemplo una válvula de alivio, se acciona adrede y como parte de un programa, no se está reparando, inspeccionando o verificando su condición, simplemente se está comprobando su correcto funcionamiento. A este tipo de tareas se las denomina “tareas de verificación funcional” o “tareas de búsqueda fallas ocultas” y al conjunto de estas labores a las que son sometidos los activos físicos de una determinada empresa, se le denomina Mantenimiento Detectivo o Funcional. En pocas palabras, el Mantenimiento Detectivo o Funcional se aplica a fallas ocultas, que a su vez afectan a dispositivos de protección y/o a activos fuera de servicio o de reserva (Stand By).

2.1.2 Aspectos Normativos

- Contrato BOOT Concesión de la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos. OSINERGMIN – 2001: Contrato suscrito entre el Estado Peruano y Cálidda (Concesionaria) que brinda información acerca del establecimiento de derechos y obligaciones de ambas partes, entre las cuales resaltan los procedimientos a seguir en cuanto a diseño, construcción, operación y mantenimiento de los Bienes de la Concesión, así como la transferencia de Bienes al Estado una vez que caduque el periodo de concesión.
- D.S N°040-2008-EM Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado mediante D.S. N° 042-99-EM. OSINERGMIN – 2015, Modificado por Decreto Supremo N° 017-2015-EM: Reglamento que norma entre otros aspectos lo referente a la prestación del servicio público de distribución de gas natural por red de ductos, incluyendo las normas de seguridad, las normas vinculadas a la fiscalización, el procedimiento para el otorgamiento de derechos de servidumbre y los procedimientos para fijar las tarifas, entre otros.
- ASME B31.8 – Sistema de Tuberías de Transporte y Distribución de Gas. Edición 2014: Código que brinda criterios técnicos de diseño, operación, mantenimiento y reparación de ductos y tuberías para distribución y transporte de gas natural.
- ASME Sección VIII Div.1: proporciona requisitos aplicables al diseño, fabricación, inspección, ensayo y certificación de recipientes a presión que operan a presiones internas o externas que excedan los 15 psig. Tales buques pueden ser disparados o no disparados. Esta presión puede obtenerse de una fuente externa o mediante la aplicación de calor de una fuente directa o indirecta, o cualquier combinación de las mismas. Los requisitos

específicos se aplican a varias clases de material utilizado en construcción de recipientes a presión, y también a métodos de fabricación tales como soldadura, forja y soldadura fuerte.

- ASME BPVC Sección IV: Proporciona requisitos para el diseño, fabricación, instalación e inspección de calderas de vapor, calentamiento de agua, calderas de suministro de agua caliente y calentadores de agua potable destinados al servicio de baja presión que se encienden directamente con petróleo, gas, electricidad, carbón u otros combustibles sólidos o líquidos.
- ISO 14224:2016 – Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos: Estándar que proporciona lineamientos para establecer límites sobre los activos físicos con la finalidad de demarcar el alcance de la aplicación de mantenimiento; esto de cara a un futuro análisis de confiabilidad. Asimismo, brinda las pautas necesarias para implementar taxonomía de activos físicos, es decir, establecer una clasificación sistemática y jerarquización de los activos en grupos genéricos basados en factores comunes entre ellos.
- RCD N° 306-2015-OS-CD – Norma de Calidad del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos: Norma que especifica las obligaciones del Concesionario con la finalidad de asegurar la calidad del suministro del gas natural, criterio bajo el cual, debe comprometerse a garantizar la Disponibilidad del Sistema de Distribución, y cuya evaluación es efectuada en función de la duración de la interrupción del servicio. OSINERGMIN – 2015.
- TEMA Standard 9th Edition (Tubular Exchanger Manufacturers Association): Norma que brinda criterios mecánicos a tomar en

cuenta para el diseño, construcción y mantenimiento de Intercambiadores de Calor.

- AWS D1.1. 2000: Estándar de soldadura que proporciona los criterios del material, diseño, fabricación, inspección y calificación estructural del acero, lo cual será tomado en cuenta para los procesos de manufactura aplicados sobre la estructura del calentador.

2.1.3 Simbología Técnica

Acometida: Instalaciones que permiten el Suministro de Gas Natural desde las redes de Distribución hasta las Instalaciones Internas. La Acometida tiene entre otros componentes: los equipos de regulación, el medidor, la caja o celda de protección, accesorios, filtros, y válvulas de protección.

Aguas Abajo: Cualquier punto en la dirección de flujo de un líquido o gas a partir de un punto de referencia.

Aguas Arriba: A partir de un punto de referencia, cualquier punto ubicado más cerca del origen de flujo, pero antes de alcanzar el punto de referencia.

ASME: Sociedad Americana de ingenieros Mecánicos (siglas en ingles de American Society of Mechanical Engineers)

Bar: Unidad de medida de presión, de acuerdo al sistema métrico de unidades. Se refiere siempre a presión manométrica (“gauge”)

Barreras a la entrada: Son obstáculos de diversos tipos que complican o dificultan el ingreso a un mercado de empresas, marcas o productos nuevos. Pueden existir barreras de carácter económico, legal o incluso relacionado con ámbitos como la ética o la imagen pública.

Brida: Aro metálico con agujeros para pernos, ajustado al tubo con su superficie plana en ángulo recto con el eje del tubo de manera de poder atornillarse en forma segura a otra brida de acoplamiento de una válvula, un medidor, de otro tramo de tubo, etc.

By Pass: Conexión en paralelo. Se refiere usualmente a una conexión de tubo en torno de una válvula, mecanismo de control o instalación. En estos casos se instala a fin de permitir el pasaje de fluido a través de la línea mientras se realizan ajustes o reparaciones en dicho mecanismo de control o instalación.

Cálidda: Marca o nombre comercial con el que se denomina a la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A.

Cámara de Válvula: Cámara que aloja una válvula subterránea, que permite el acceso a la misma y protegerla de daños mecánicos o de los efectos del clima.

Centro de Control: Localización física donde los operadores monitorean y controlan el sistema de distribución. Un Centro de Control, típicamente consiste en uno o más consolas de control que son manipuladas 24 horas por día, 365 días del año.

Cierre o corte: Momento en el cual un regulador o una válvula de bloqueo de línea actuada se cierra por completo

City Gate: Estación de Regulación de puerta de ciudad. Punto en el cual la compañía de distribución recibe gas de una compañía de transporte.

Combustión: Reacción química rápida de oxígeno con combustible acompañada por la producción de calor, o calor y luz.

Concesión: Derecho que otorga el Estado, a una persona jurídica, para prestar el servicio de Distribución en un Área de Concesión, incluyendo el derecho de utilizar los Bienes de la Concesión, incluyendo el derecho

de utilizar los Bienes de la Concesión para la presentación de dicho servicio.

Concesionario: Persona jurídica nacional, o extranjera, establecida en el Perú conforme a las leyes peruana, a quien se le ha otorgado una Concesión para el transporte de Hidrocarburos por ductos o de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.

Consumidor: Persona natural o jurídica ubicado dentro del Área de Concesión que adquiere Gas Natural. Incluye los conceptos de Consumidor Regulado e Independiente y excluye el Comercializador.

Corrosión: Deterioro de un material, generalmente un metal, que resulta de una reacción electromecánica con su medio ambiente. Es la tendencia del acero u otro metal a regresar a su estado natural. La tubería de acero regresa al mineral de hierro en forma de óxido.

Disponibilidad: Es la capacidad de un sistema/equipo para encontrarse apto para su correcto funcionamiento dentro de un período de tiempo total en el que se hubiese querido que opere.

Distribución: Es el servicio público prestado por la Sociedad Concesionaria consistente en recibir el Gas del Transportista, conducirlo y entregarlo al Consumidor, a través del Sistema de Distribución.

Economía de escala: Poder que tiene una empresa cuando alcanza un nivel óptimo de producción para ir produciendo más a menor coste, es decir, a medida que la producción en una empresa crece, sus costes por unidad producida se reducen. Cuanto más produce, menos le cuesta producir cada unidad.

Electrodo: Un conductor para establecer contacto con un electrolito y a través del cual se transfiere corriente hacia o desde un electrolito.

ERM: Estaciones de regulación y medición para clientes industriales que podrán estas alimentadas tanto desde la Red Principal, La red de

media presión o la red de baja presión, cuya función es la de filtrar, reducir la presión de entrada a los valores necesarios y medir el gas natural a ser entregado para la operación de la industria. Su configuración dependerá del tipo de cliente, del tipo de servicio y de los requerimientos del cliente.

Estación de regulación de presión: 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 del gas consumidos. Asimismo, asegura que la presión no sobrepase de un límite prefijado ante fallas.

Instalación cuyo fin es controlar la salida de presión de un valor de seteo y evitar que la presión de una tubería o sistema de distribución exceda la presión máxima determinada por uno o varios equipos de regulación, mediante el control de la presión y en algunos casos del caudal.

Se compone de los equipos instalados para la reducción automática y así regular la presión en la tubería aguas abajo o principal a la que está conectado. La estación integra tuberías y dispositivos auxiliares, tales como válvulas, instrumentos de control, líneas de control, el recinto, y el equipo de ventilación.

Fiabilidad: Entendemos por Fiabilidad o Confiabilidad a la probabilidad de que un determinado equipo o instalación desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado.

Fuga: Situación en la cual, fluye una cantidad de gas continuamente a través de una rotura, empaque, conexión, etc. No se incluyen los casos de venteo de gas controlado. Las fugas pueden clasificarse de acuerdo al código ASME B31.8 en grado y 1, 2 y 3 dependiendo del nivel de exposición y riesgo.

Gas natural: Mezcla de Hidrocarburos en estado gaseoso, constituida predominantemente por Metano.

H₂S: Ácido sulfhídrico, gas toxico.

IGC: Indicador de Gas Combustible. Equipo para detectar la concentración de gas en el aire.

Inhibidor de corrosión: Sustancia química o combinación de sustancias que, cuando están presentes en el medio ambiente o sobre una superficie, evita o reduce la corrosión.

Inspección de fugaz: Búsqueda para localizar fugaz en un sistema de tuberías o en una instalación de gas natural.

Instalación: Comprende las obras mecánicas, eléctricas, civiles e instrumentación, instaladas para un determinado fin.

Mantenimiento: Área de la Gerencia de Operaciones de CÁLIDDA encargada del mantenimiento del Sistema de Distribución.

Máxima presión de Operación: Algunas veces se refiere a la máxima presión actual de operación. Es la más alta presión a la cual el sistema de tuberías puede operar durante un ciclo normal de operación.

Mercaptano: Grupo de compuestos químicos orgánicos que contienen un grupo SH (azufre e hidrogeno) con olores distintivos agregado en pequeñas concentraciones al gas natural.

Monopolio natural: Existe un monopolio natural cuando los costos de producción son tales que para los demandantes del mercado es más barato obtener la producción de una empresa que de muchas.

MTBF: Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallas).

MTTR: Mean Time To Repair (Tiempo Medio Entre Reparaciones).

Odorante: Sustancia agregada en pequeñas concentraciones al gas natural para darle un olor distintivo.

Producto químico orgánico o combinación de productos químicos sumamente olorosos, añadidos al gas natural seco en bajas concentraciones y que proporciona un olor propio y característico de

advertencia (normalmente desagradable) de forma que pueden detectarse las fugas de dicho gas en concentraciones por debajo de su límite inferior de inflamabilidad.

Picadura: Corrosión localizada de una superficie de metal que se limita a un área pequeña y toma la forma de las cavidades llamadas fosas.

Plan de mantenimiento: Se elabora y define en base al tipo de infraestructura a mantener, estableciendo las estrategias y la frecuencia de los equipos y sistemas contenidos en él. Las estrategias de mantenimiento pueden aplicarse de forma combinada para los componentes de un mismo equipo, asimismo, no es imperativo aplicar la misma estrategia en equipos de la misma clase.

Presión: A menos que se indique lo contrario, se expresa en libras por pulgada cuadrada (kPa) por encima de la presión atmosférica (es decir, la presión manométrica) y se abrevia como psig (kPa)

Protección Catódica: Técnica para prevenir la corrosión de una superficie metálica, mediante la conversión de esta superficie en el cátodo de una celda electroquímica.

Recubrimiento: Composición líquida, licuables, o masilla que, después de la aplicación a una superficie, se convierte en una capa de película sólida de protección, decorativos o funcionales adherentes, también incluye la envoltura de cinta.

Redes de Distribución: Comprende la Red de Baja Presión, la Red de Media Presión y la Red Principal. No incluye las Acometidas.

Reglamento: Es el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado por Decreto Supremo N°042-99-EM y sus normas ampliatorias, modificatorias, complementarias o sustitutorias.

Regulador de presión: Dispositivo destinado a reducir y mantener constante la presión de salida en un valor nominal dentro de ciertos límites específicos.

Regulación: intervención del Estado que limita o reglamenta la libre acción de las empresas.

Sistema SCADA: Sistema de Supervisión, Control y Monitoreo de Condiciones operática (“Supervisory Control and Data Acquisition”). Término que enmarca una filosofía de trabajo de la operación de procesos en forma remota

Servicio: en la distribución de Hidrocarburos por Ductos, es el servicio proporcionado por el concesionario mediante al sistema de distribución.

Sistema de Distribución: es la parte de los bienes de la concesión que está conformada por las estaciones de regulación de puerta de ciudad (City Gate), las redes de distribución y las estaciones reguladoras que son operados por el concesionario bajo los términos de reglamento y del contrato.

Sistema de Transporte: conjunto de bienes muebles e inmuebles, y en general todas las tuberías, obras, equipos e instalaciones requeridas para el transporte de Hidrocarburos por ductos. Serán utilizados por el concesionario bajo los términos del contrato.

Stakeholders: Todas aquellas personas u organizaciones afectadas por las actividades y las decisiones de una empresa.

Subaditividad de costos: Precio impuesto por una empresa para suministrar algún bien o servicio al mercado completo, el cual posee un valor reducido en comparación al que ofrecería otra u otras empresas.

Suministro: es la actividad del concesionario consistente en entregar gas natural a un consumidor.

Tiro: El tiro provee la presión diferencial en el hogar para asegurar el flujo de gases. Sin tiro, se producirá una estratificación en el proceso de combustión, y la llama o proceso de combustión muere por falta de aire. El tiro empuja o impulsa el aire y los gases resultantes de la combustión a través de la caldera y por el interior de la chimenea. El

tiro vence la resistencia al flujo presentada por las obstrucciones de tubos, paredes del hogar, baffles (directores), compuertas y revestimiento de chimenea (y también escorias).

Tubería: todo tubo o caño utilizado en el transporte y distribución de gas.

Válvula: dispositivo mecánico para controlar flujo de fluidos y gases.

Válvula de Alivio: equipo instalado a fin de evitar que la presión de una tubería o sistema de distribución al cual está conectada exceda la máxima presión admisible de la operación. Mediante el venteo del gas hacia la atmosfera toda vez que la presión exceda este valor.

Válvula de Bloqueo o Cierre: válvula instalada con el fin de bloquear o detener el flujo de gas en una tubería.

Válvula de Servicio: es una válvula de cierre general de suministro del gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final, y ubicada en la línea de servicio de la distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del destruidor al usuario industrial. Válvula ubicada a la entrada de una estación de regulación y medición de un cliente.

Válvula Reguladora: dispositivo que regula o controla la presión de gas.

2.2 Descripción de las actividades realizadas

2.2.1 Etapas del Informe

El desarrollo del Proyecto de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, denominado: “Implementación de un Plan de Mantenimiento Integral para el Sistema de Calentamiento del Gas

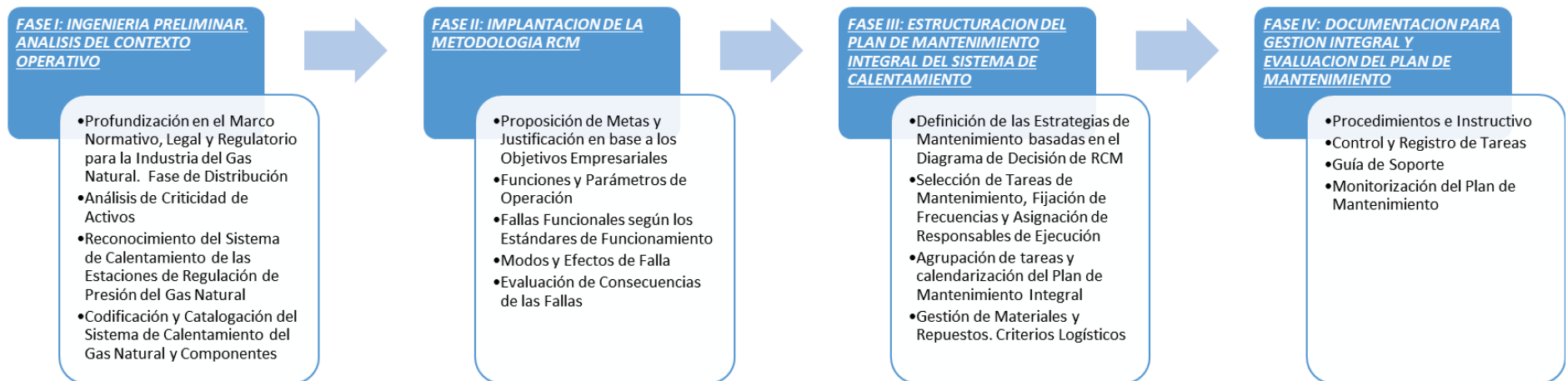
Natural en las Estaciones de Regulación de Presión. Sistema de Distribución de Lima y Callao” se realizó desde Julio del 2016 hasta Enero del 2018, contemplando las siguientes fases:

- **Fase I:** Ingeniería Preliminar. Análisis del Contexto Operativo
- **Fase II:** Implantación de la Metodología RCM
- **Fase III:** Estructuración del Plan de Mantenimiento Integral del Sistema de Calentamiento
- **Fase IV:** Documentación para Gestión Integral y Evaluación del Plan de Mantenimiento

2.2.2 Diagrama de Flujo

Con la finalidad de poder alcanzar el objetivo del presente, se siguió un orden específico en la ejecución de las actividades, delimitado por las fases de ejecución y el contenido de cada una de ellas. Para ello, se diseñó un diagrama de flujo que brinda la estructura y secuencia de las tareas a llevar a cabo.

FIGURA 34: FASES DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3 Cronograma de Actividades

FASES DEL PROYECTO	2016																								2017	2018		
	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				Semana 25 hasta Semana 72	ENERO		
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 05	Semana 06	Semana 07	Semana 08	Semana 09	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24		Semana 73	Semana 74	Semana 75
FASE I: INGENIERIA PRELIMINAR. ANALISIS DEL CONTEXTO OPERATIVO																												
Profundización en el Marco Normativo, Legal y Regulatorio para la Industria del Gas Natural. Fase de Distribución	■																											
Análisis de Criticidad de Activos		■	■																									
Reconocimiento del Sistema de Calentamiento de las Estaciones de Regulación de Presión del Gas Natural				■																								
Codificación y Catalogación del Sistema de Calentamiento del Gas Natural y Componentes				■	■																							
FASE II: IMPLANTACION DE LA METODOLOGIA RCM																												
Proposición de Metas y Justificación en base a los Objetivos Empresariales					■	■																						
Funciones y Parámetros de Operación					■																							
Fallas Funcionales según los Estándares de Funcionamiento							■	■																				
Modos y Efectos de Falla								■	■	■	■																	
Evaluación de Consecuencias de las Fallas												■	■	■														
FASE III: ESTRUCTURACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO																												
Definición de las Estrategias de Mantenimiento basadas en el Diagrama de Decisión de RCM															■	■	■											
Selección de Tareas de Mantenimiento, Fijación de Frecuencias y Asignación de Responsables de Ejecución															■	■	■											
Agrupación de tareas y calendarización del Plan de Mantenimiento Integral																	■	■										
Gestión de Materiales y Repuestos. Criterios Logísticos																		■										
FASE IV: DOCUMENTACION PARA GESTION INTEGRAL Y EVALUACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO																												
Procedimientos e Instructivo																					■	■	■					
Control y Registro de Tareas																						■	■	■				
Guía de Soporte																							■					
Monitorización del Plan de Mantenimiento																								■	■	■		

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, Ejecución y Control de las Etapas

3.1.1 Fase I: Ingeniería Preliminar. Análisis del Contexto Operativo

Profundización en el Marco Normativo, Legal y Regulatorio para la Industria del Gas Natural. Fase de Distribución

Hasta el año 1999, la industria de los hidrocarburos estaba preceptuada tan sólo por la Ley N°26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, y sus reglamentos; sin embargo, pese a que normaban toda actividad relacionada a éstos, no establecían términos que desarrollasen la promoción del uso e inversión en gas natural a gran escala, ni tampoco normas específicas para éste gran sector.

Es así que en 1999 surge la Ley N°27133, Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural, y su respectivo reglamento (D. S. N° 040-99-EM) a fin de contar con un marco legal más orientado a las características que conciernen a las diferentes etapas que conforman la cadena de suministro del gas natural. Posteriormente, se aprueban los Reglamentos de Transporte de Hidrocarburos por Ductos y el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos mediante los Decretos Supremos D.S. N° 081-2007-EM y D.S. N° 042-99-EM, respectivamente.

Es así que, en términos generales, el Proyecto Camisea se lleva a cabo en el escenario mostrado anteriormente, donde a diferencia de la Ley Orgánica de Hidrocarburos que permite la libertad de precios, precisa

la existencia de precios tope para los contratos de licencia entre Perupetro y el encargado de explotar los yacimientos, sólo en los casos de lotes con reservas probadas como lo es el caso del Lote 88.

Mientras que las actividades de transporte y distribución, sí se encuentran reguladas en cuanto a sus tarifas por ser, como ya mencionamos, negocios con características de monopolio natural, resaltando la Garantía por Red Principal (GRP), mecanismo establecido para garantizar la viabilidad y a su vez para determinar la tarifa por transporte de gas natural; no obstante, esta garantía a la fecha, ya no se calcula la GRP por haberse extinguido definitivamente en 2012, después de cumplir el requisito de tener un valor nulo durante tres años consecutivos. Es así que, el precio del gas natural se define por 3 factores principales

Con la finalidad de estructurar mejor el marco regulatorio y normativo, enunciaremos y daremos un alcance acerca de las principales instituciones que intervienen en el desarrollo de la industria del gas natural, así como las leyes fundamentales que gobiernan este gran sector energético.

Principales entes encargados del marco normativo y regulatorio

De acuerdo a lo establecido en la Ley Orgánica de Hidrocarburos, Ley N° 26221, las entidades públicas involucradas en el desarrollo del sector de gas natural en el Perú son²:

- a) **Ministerio de Energía y Minas:** Es el organismo de mayor jerarquía en cuanto a temas de energía, formando parte del Poder Ejecutivo del Estado. Tiene como finalidad evaluar las políticas relacionadas a temas minero-energéticos a nivel nacional en equilibrio con la coyuntura política general y las disposiciones del

² Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

Gobierno. Asimismo, interviene en el desarrollo de los ámbitos minero-energéticos normando, fiscalizando y/o supervisando el correcto funcionamiento del sector; velando por el uso eficiente y racional de los recursos. En lo que respecta a gas natural, tiene competencia normativa en la industria, así como facultad concedente, en coordinación con ProInversión (entidad que promueve la inversión), en cada una de las actividades que se llevan a cabo dentro del sector. Como órganos de línea, posee 06 Direcciones Generales, entre las cuales figuran: Electricidad, Electricidad Rural, Hidrocarburos (de nuestro interés), Eficiencia Energética, Asuntos Ambientales Energéticos, Minería, Formalización Minera y Asuntos Ambientales Mineros.

- b) **Dirección General de Hidrocarburos (DGH):** Dependencia del Ministerio de Energía y Minas que corresponde al órgano técnico normativo encargado de participar en la formulación de la política energética en el ámbito del Subsector Hidrocarburos; proponer y/o expedir la normatividad necesaria del Subsector Hidrocarburos; promover las Actividades de Exploración, Explotación, Transporte, Almacenamiento, Refinación, Procesamiento, Distribución y Comercialización de Hidrocarburos; y ejercer el rol concedente a nombre del Estado para las actividades de Hidrocarburos, según le corresponda; dependiendo jerárquicamente del Viceministro de Energía.³

La DGH, a su vez, cuenta con 4 subdivisiones, las cuales son:

- Dirección Normativa de Hidrocarburos
- Dirección de Exploración y Explotación de Hidrocarburos
- Dirección de Procesamiento, Transporte y Comercialización de Hidrocarburos y Biocombustibles

³ Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Dirección General de Hidrocarburos*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/detalle.php?idSector=5&idTitular=4454&idMenu=sub88&idCateg=847>

- Dirección de Gestión del Gas Natural (La cual es de nuestro interés para la presente trabajo)
- c) **Perupetro:** Es una institución creada por el Estado Peruano con derecho privado, que tiene por finalidad promocionar, negociar, suscribir y supervisar los contratos establecidos con respecto al segmento upstream de la industria de los hidrocarburos (exploración y explotación). Fue establecida a raíz de la promulgación de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos y tuvo como fecha de inicio de gestión el 18 de noviembre de 1993.
- d) **Osinergmin:** Institución pública creada el 31 de diciembre de 1996 mediante la Ley N° 26734, la cual instituye, de acuerdo al artículo 1°, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), como organismo regulador, supervisor y fiscalizador de las actividades que desarrollan las personas jurídicas de derecho público interno o privado y las personas naturales, en los subsectores de electricidad, hidrocarburos y minería. Asimismo, ejerce funciones de sanción a través de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART), teniendo la potestad de regular las tarifas de transporte y distribución de gas natural. Por ser de nuestro interés, mencionaremos a la Gerencia de Fiscalización de Gas Natural (GFGN), dependencia del OSINERGMIN que tiene por misión supervisar y fiscalizar las condiciones de calidad y seguridad de las instalaciones y operaciones de la industria del gas natural.
- e) **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):** Es un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente, encargado de la fiscalización ambiental y de asegurar el adecuado equilibrio entre la inversión privada en actividades económicas y la protección ambiental. Fue creado en el año 2008 mediante el Decreto Legislativo N° 1013 – el cual

aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, iniciando operaciones en el año 2010.⁴

- f) **Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (Sunafil):** Organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, responsable del promover, supervisar y fiscalizar el cumplimiento del ordenamiento jurídico sociolaboral y el de seguridad y salud en el trabajo, así como brindar asesoría técnica, realizar investigaciones y proponer la emisión de normas sobre dichas materias.⁵

Normativa general que dirige el desenvolvimiento de la industria del gas natural

Como se mencionado anteriormente, la industria del gas natural se lleva a cabo dentro de un marco legal y normativo que brinda las pautas necesarias a fin de mantener una configuración organizada y ordenada en cada uno de los procesos vinculados a sus diversas etapas por las que atraviesa. Es por ello que el Estado Peruano marca las “reglas del juego” a través de distintas leyes, decretos supremos, resoluciones, etc. Entre las cuales, tenemos como las principales y más destacadas a las siguientes⁶:

- **Ley N° 26221 - Ley Orgánica de Hidrocarburos:** Instituida en 1993, esta ley cuenta como hidrocarburo a “todo compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido proveniente principalmente de carbono e hidrógeno, es decir, comprende petróleo, gas y sus derivados” y tiene como propósito la promoción del desarrollo de las actividades relacionadas al sector hidrocarburos sobre la base de la libre competencia, fundamentalmente a través de la inversión

⁴ OEFA. (s.f.) *Qué es el OEFA*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/que-es-el-oefa>

⁵ Morales, J. (s.f.). *Creación*. Obtenido de <https://www.sunafil.gob.pe/creacion.html>

⁶ Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

privada. Esta ley otorga al Ministerio de Energía y Minas la potestad tanto de aprobar, proponer y aplicar la política del sector, como de implantar la normativa referente al mismo. Asimismo, reconoce a las empresas PERUPETRO, como contratante y promotor de la inversión en las fases upstream (exploración y explotación) del negocio hidrocarburífero; y OSINERGMIN, como encargado de velar por el cumplimiento de la ley suscrita (fue determinado mediante la modificación del Artículo 3 por la Décimo Primera Disposición Complementaria de la Ley N° 26734, publicada el 31 de diciembre del 96)

- **Ley N° 27133 - Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural:** Publicada el 4 de junio de 1999, tiene por objeto establecer las condiciones específicas para la promoción del desarrollo de la industria del gas natural, fomentando la competencia y propiciando la diversificación de las fuentes energéticas que incrementen la confiabilidad en el suministro de energía y la competitividad del aparato productivo del país.
- **Ley N° 27332 – Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos:** Publicada el 29 de Julio de 2000, tiene por objeto reconocer a los Organismos Reguladores como organismos públicos descentralizados adscritos a la Presidencia del Consejo de Ministros, con personería de derecho público interno y con autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera; entre ellos, el OSINERGMIN. Asimismo, establece sus funciones, facultades y otras disposiciones.
- **Ley 27699 – Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional del OSINERGMIN:** Publicada el 16 de Abril de 2002.

- **Decreto Supremo N° 040-99-EM - Reglamento de la Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural:** Publicado el 15 de setiembre de 1999, incluye un glosario de términos y definiciones relacionados a temas de la industria del gas natural, normativa de la explotación de las reservas probadas de gas natural, medidas de promoción a los consumidores iniciales, condiciones del acceso a la Garantía para el desarrollo de la Red Principal, determinación de las tarifas base de la Red Principal y las tarifas reguladas de la Red Principal, sobre la Garantía de Red Principal en sí, acerca de los ingresos al Concesionario de la Red Principal, recaudación y pago de la Garantía, disposiciones varias y, finalmente, sobre los procedimientos y limitaciones del venteo de gas natural al ambiente.
- **Decreto Supremo N° 042-99-EM:** Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (publicado el 15 de setiembre de 1999). Norma la actividad del servicio público de distribución de GN por red de ductos, procedimientos para otorgar concesiones, fijar tarifas, normas de seguridad y normas sobre protección del ambiente, disposiciones sobre la autoridad competente de regulación, así como las normas vinculadas a la fiscalización.
- **Decreto Supremo N° 040-2008-EM - Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos:** Aprobado mediante Decreto Supremo N° 042-99-EM (publicado el 22 de julio de 2008). Recopila de manera unificada y sistematizada, las modificaciones hechas a la aprobación mencionada anteriormente, abarcando asuntos referentes a la normatividad de la actividad del servicio público de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, incluyendo los procedimientos para otorgar Concesiones, para fijar las Tarifas, normas de seguridad, normas sobre protección del Ambiente, disposiciones sobre la autoridad

competente de regulación, así como normas vinculadas a la fiscalización.

- **Decreto de Urgencia N° 045-2002-EM:** Fideicomiso para la Garantía por Red Principal (publicado el 4 de setiembre de 2002). Establece la aplicación de la garantía otorgada por el Estado peruano para el transporte y distribución de GN del Proyecto Camisea.
- **Decreto Supremo N° 046-2002-EM:** Tiene como propósito regular la recaudación y pago de la Garantía por Red Principal antes de la puesta en operación comercial de la Red Principal del proyecto Camisea, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 8.2 del artículo 8 de la Ley N° 27133 y el numeral 9.3 del artículo 9 del Reglamento de la Ley N° 27133, aprobado mediante Decreto Supremo N° 04099-EM. Recaudación de la Garantía por Red Principal: Criterios (publicado el 29 de octubre de 2002).
- **Decreto Supremo N° 018-2004-EM:** Brinda la normativa que regula la relación entre el Concesionario y sus Usuarios en relación al Servicio de Transporte de Gas Natural por Ductos, siendo de aplicación a los servicios prestados por el Concesionario de acuerdo con las condiciones particulares de cada servicio. Incluye la clasificación de incumplimientos y errores que se puedan presentar durante la prestación del servicio.
- **Decreto Supremo N° 081- 2007-EM:** Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Red de Ductos, cuyas disposiciones norman lo referente a la actividad del Transporte de Hidrocarburos por Ductos, incluyendo los procedimientos para otorgar Concesiones, autorizaciones, las Tarifas, las normas de seguridad, normas sobre protección del ambiente, disposiciones sobre la autoridad

competente de regulación, así como normas vinculadas a la fiscalización.

Asimismo, en vista que el foco de la investigación se basa el contexto de un Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, se haciendo referencia puntualmente a temas relacionados con dicho aspecto, por ser de mayor interés para el desarrollo del presente informe, es propicio indicar que cuenta con disposiciones legales/normativas mucho más resaltante que ha venido regulando y dirigiendo específicamente dicha actividad, las mismas que se detallan a continuación:

- **Ley N° 29496:** Ley de Creación de Empresas Municipales encargadas de la prestación del Servicio Público de Suministro de Gas Natural por Red de Ductos en el Ámbito de las Municipalidades Distritales y Provinciales
 - **Decreto Supremo N° 058-2010-EM:** Reglamento de la Ley N° 29496
 - **Decreto Supremo N° 040-2012-EM:** Modificación
- **Ley N° 29706:** Ley de Facilitación de Conexiones Domiciliarias del Servicio Público de Distribución de Gas Natural
- **Decreto Supremo N° 063-2005-EM:** Normas para promover el consumo masivo de Gas Natural
- **Decreto Supremo N° 006-2010-EM:** Autorizan a Concesionarios de Transporte y Distribución de Gas Natural la instalación de redes e infraestructura en zonas en las cuales haya ocurrido situaciones de emergencia o desastres naturales
- **Resolución de Consejo Directivo N° 263-2005-OS/CD:** Procedimientos y Métodos de Cálculo para la determinación de la

Viabilidad Técnica – Económica de nuevos suministros de Gas Natural

- Resolución de Consejo Directivo N° 056-2009-OS/CD:
Procedimiento de Viabilidad de nuevos suministros de Gas Natural

- **Resolución de Consejo Directivo N° 164-2005-OS/CD:**
Procedimiento para la Habilitación de Suministros de Instalaciones Internas de Gas Natural

- **Resolución de Consejo Directivo N° 163-2005-OS/CD:**
Reglamento del Registro de Instaladores de Gas Natural
 - Resolución de Gerencia General N° 1265-2005-OS/GG:
Procedimiento de Reconocimiento de Organismos Certificadores de la Competencia Técnica de Instaladores de Gas Natural
 - Resolución de Gerencia General N° 189-2006-OS/GG:
Modificación
 - Resolución de Gerencia General N° 1266-2005-OS/GG:
Pautas de Evaluación de Competencia Técnica de los postulantes al Registro de Instaladores de Gas Natural

- **Resolución de Consejo Directivo N° 230-2006-OS/CD:**
Procedimiento para la Inscripción y Operación de las Empresas Especializadas, relativas a la Distribución de Gas Natural

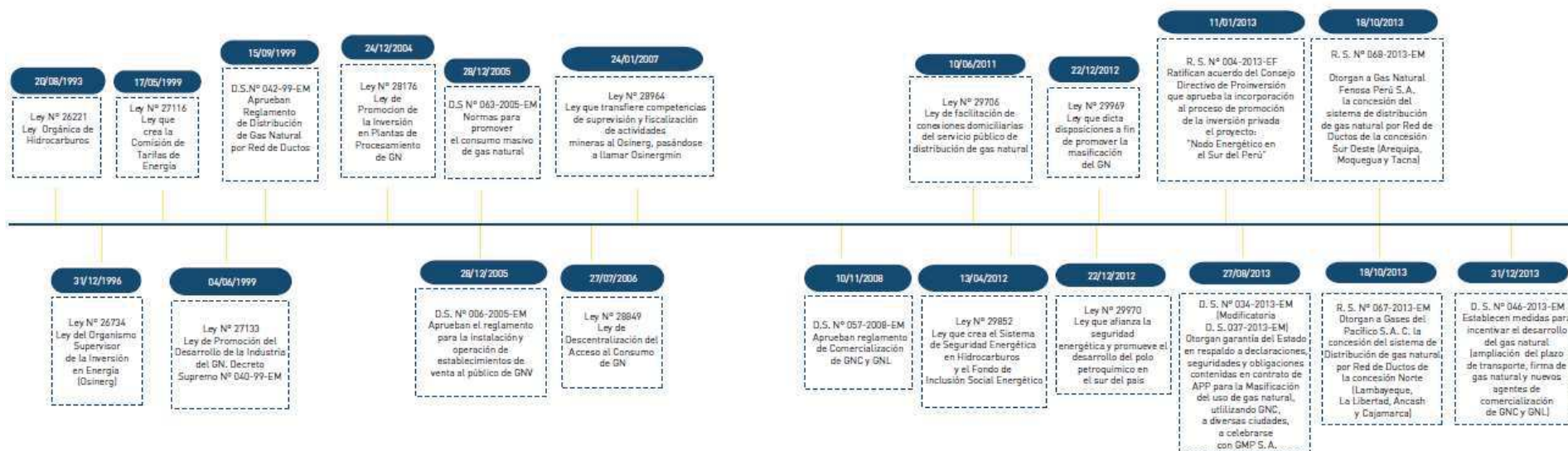
- **Resolución de Consejo Directivo N° 013-2007-OS/CD:**
Establecen Factor F2 por Categoría Tarifaria, incorporan cargos fijos en la Tarifa de Distribución y fijan costos unitarios de tuberías en la evaluación de la expansión de redes de Distribución de Gas Natural de Lima y Callao

- **Resolución de Consejo Directivo N° 097-2007-OS/CD:** Disposiciones para la Presentación de Proyectos de Ampliación y/o Modificación del Sistema de Distribución de Gas Natural denominados como “Otras Redes de Acero” y “Otras Redes de Polietileno”
- **Resolución de Consejo Directivo N° 102-2007-OS/CD:** Procedimiento para la determinación y asignación de los costos extras de distribución (CED) de gas natural
- **Resolución de Consejo Directivo N° 754-2007-OS/CD:** Procedimiento de Supervisión y Fiscalización del Cumplimiento de las Normas referidas a los procedimientos de cálculo para la determinación de la Viabilidad Técnica Económica de nuevos suministros de Gas Natural considerados obras de magnitud
- **Resolución de Consejo Directivo N° 183-2008-OS/CD:** Procedimiento para la elaboración y presentación de la información sustentatoria del valor Nuevo de Reemplazo de Empresas Concesionarias de Distribución de Gas Natural
- **Resolución de Consejo Directivo N° 204-2009-OS/CD:** Procedimiento para la toma de Registros de Distancias de Seguridad en la Construcción de Ductos de Gas Natural y de Líquidos de Gas Natural
- **Resolución de Consejo Directivo N° 082-2010-OS/CD:** Factor de Descuento Aplicable a las Tarifas de la Red Principal cuando el Ingreso por el Servicio supera el Ingreso Garantizado
- **Resolución de Consejo Directivo N° 121-2010-OS/CD:** Procedimiento de Reajuste de las Tarifas de Distribución de la Concesión de Lima y Callao

- Resolución de Consejo Directivo N° 226-2010-OS/GG: Modificación
- **Resolución de Consejo Directivo N° 135-2011-OS/CD:** Fijan cargos máximos por corte y reconexión del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de la Concesión de Ica
 - Resolución de Consejo Directivo N° 177-2011-OS/GG: Modificación
- **Resolución de Consejo Directivo N° 257-2012-OS/CD:** Aprueban Factores de Reajuste definitivos a la Tarifa Única de Distribución en el marco del "Procedimiento de Reajuste de la Tarifa Única de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de la Concesión de Lima y Callao"
- **Resolución del Servicio Nacional de Metrología N° 007-2012-SNM-INDECOPI:** Aprueban Norma Metrológica Peruana sobre Medidores de Gas
- **Resolución de Consejo Directivo N° 116-2013-OS/CD:** Aprueban la norma "Manual de Contabilidad Regulatoria - 2013" aplicable a los concesionarios de transporte de hidrocarburos por ductos y de distribución de gas natural por red de ductos
- **Resolución de Consejo Directivo N° 225-2013-OS/CD:** Aprueban el Procedimiento de calificación de solicitudes de fuerza mayor en las actividades de Transporte y Distribución de Gas Natural
- **Resolución Directoral N° 48-2012-MTPE/3/19:** Aprueban el perfil ocupacional del operario en Instalaciones de Gas Natural Residencial y/o Comercial

- **Resolución de Consejo Directivo N° 306-2015-OS/CD:** Norma de Calidad del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos
- **Resolución de Consejo Directivo N° 282-2015-OS-CD:** Presentación información nuevos proyectos, ampliaciones o modificaciones.
- **Resolución de Consejo Directivo N° 289-2015-OS/CD:** Norma que establece disposiciones aplicables a los manuales de diseño, construcción, operación y mantenimiento y de seguridad del sistema de distribución de gas natural.
- **Resolución de Consejo Directivo N° 307-2015-OS/CD:** Norma de Contraste y Verificación Periódica de los Medidores de Gas Natural
- **Resolución de Consejo Directivo N° 004-2016-OS/CD:** Criterios para calificación del personal.
- **Resolución de Consejo Directivo N° 005-2016-OS/CD:** Resolución que aprueba el procedimiento para el desarrollo e implementación de un Sistema de Integridad de Ductos para los Sistemas de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.
- **Resolución de Consejo Directivo N° 029-2016-OS/CD:** Procedimiento de supervisión y fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la odorización del gas natural en sistemas de distribución de gas natural por red de ductos.
- **Resolución de Consejo Directivo N° 054-2016-OS-CD:** Condiciones Generales del Servicio de Distribución de Gas Natural.

FIGURA 35: LÍNEA DE TIEMPO DE LA NORMATIVIDAD RELACIONADA AL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ, 1993 – 2003



Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

La normativa antes mencionada surge ante la necesidad de buscar el equilibrio en el desarrollo de la Industria del Gas Natural en nuestro país, es por ello que el Estado Peruano, a través de diversos actores involucrados a cada actividad de la cadena de suministro, vela por el correcto funcionamiento de cada una de las etapas que intervienen en el desarrollo del negocio; esto sucede mediante el ejercicio de diferentes roles tales como contratar, normar, regular, supervisar y fiscalizar.

TABLA 5: INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ

Actividades	Exploración y Explotación	Transporte Distribución	Comercialización
Ente Normativo	MINEM	MINEM	MINEM
Promoción de la Inversión	ProlInversión	ProlInversión	ProlInversión
Contratante	Perupetro	MINEM	-
Supervisión del Contrato	Perupetro	Osinermin	-
Regulador- Tarifas	-	Osinermin	-
Supervisión y Fiscalización			
a) Normas técnicas y de seguridad	Osinermin	Osinermin	Osinermin
b) Normas ambientales	OEFA	OEFA	OEFA
c) Normas de salud y seguridad ocupacional	Sunafil	Sunafil	Sunafil
Supervisión de la Libre y Leal Competencia	-	-	Indecopi

Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinermin. Lima-Perú.

Particularmente, los procesos de supervisión y fiscalización a cada una de las actividades antes mencionadas, se encuentran enfocados a un solo fin, el cual obedece a que los grupos de interés (inversionistas, proveedores, clientes y consumidores) obtengan la confianza y seguridad necesarias para ejercer transacciones con total tranquilidad dentro del contexto del negocio. En efecto, mientras los inversionistas buscan un clima fiable para tomar decisiones de manera segura, los

consumidores buscan bienes y servicios caracterizados por un acceso oportuno y de forma continua.

Es por ello que la función principal de la supervisión en la Industria del Gas Natural es la de verificar el cumplimiento de las obligaciones asociadas a cada agente que participa en el desarrollo de ésta, con la finalidad de mantener un crecimiento sostenible de la infraestructura y con equilibrio en todos los aspectos, bajo el cumplimiento de estándares que aseguren óptimas condiciones en cuanto a 4 pilares fundamentales: (a) seguridad integral de las personas, (b) protección al medio ambiente, (c) seguridad física de las instalaciones y (d) conservación de la calidad tanto del producto como del servicio brindado. Estas obligaciones se encuentran presentes en la normativa de carácter general, en los contratos de licencia, servicio, concesión u otra modalidad contractual, según corresponda, y aquellas emitidas en virtud de medidas administrativas y/o mandatos de carácter particular.

FIGURA 36: EQUILIBRIO DEL CRECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL GAS NATURAL



Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

Es así que, en la búsqueda de la expansión y promoción del uso masivo éste recurso como parte de la diversificación de la Matriz Energética del país, la aplicación de esta política garantizará el desarrollo de un crecimiento equilibrado de la infraestructura del Gas Natural. Cabe resaltar que, como lo hemos mencionado anteriormente, esta preceptiva está contemplada y sintetizada dentro de la normativa general del Perú, considerando a la Constitución Política como la Ley fundamental sobre la que se asientan el Derecho, la Justicia y las Normas, así como la base sobre la que se organiza el Estado. Es así que, básicamente, la supervisión de la Industria del Gas Natural está sostenida por las siguientes disposiciones:

- Ley Orgánica de los Hidrocarburos – Ley N° 26221
- Ley General del Ambiente – Ley N° 28611
- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo – Ley N° 29783

FIGURA 37: NORMATIVA GENERAL DE LA SUPERVISIÓN EN LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL



Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinergmin. Lima-Perú.

En relación a lo señalado, es la Ley Orgánica de los Hidrocarburos (Ley N° 26221) la que nos proporciona reglamentación en lo que refiere a normativa técnica y seguridad de la infraestructura instalada, marcando los criterios desde la fase de exploración hasta la de comercialización. La labor de supervisión de estos aspectos mencionados es competencia de OSINERGMIN.

Haciendo un resumen de lo tratado líneas arriba, respecto del Marco Normativo que rige la Industria del Gas Natural, podemos detallar el establecimiento de parámetros generales para cada actividad de la siguiente manera:

- **Exploración y Explotación:** Reglamento de las actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos-Decreto Supremo N° 032-2004-EM.

- **Procesamiento:** Reglamento para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 051-93-EM.

- **Transporte por ductos:**
 - Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos – Decreto Supremo N° 081-2007-EM.
 - Contrato Boot Concesión de Transporte de Gas Natural por Ductos de Camisea al City Gate.
 - Contrato Boot Concesión de Transporte de Líquidos de Gas Natural por Ductos de Camisea a la Costa.
 - Contrato de Concesión de Transporte de Gas Natural por Ductos de Camisea al Sur del País.

- **Distribución por red de ductos:**
 - Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos – Decreto Supremo N° 042-99-EM.
 - Contrato BOOT Concesión de la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en Lima y Callao.

- Contrato de Concesión del Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en el departamento de Ica.
- **Comercialización de GNV:** Reglamento para la Instalación y Operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV - Decreto Supremo N° 006-2005-EM.
- **Comercialización de GNC – GNL:** Reglamento para actividad de comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL) - Decreto Supremo N° 057-2008-EM.

De esta manera, se dan pautas específicas, las cuales deben ser cumplidas con el fin de asegurar una correcta articulación del Proyecto Camisea en todos los aspectos que lo conforman; en efecto, es necesaria la existencia de un mecanismo de supervisión y fiscalización aplicado al desarrollo del proceso, por lo cual, se hace de vital importancia la presencia de entes entidades competentes (impuestas por el Estado Peruano para intervenir sobre la autonomía privada) para ejercer dichos roles, monitoreando el estricto cumplimiento de la normativa vigente (ya sea directamente por parte del propio agente o a través de terceros) con el propósito de verificar los aspectos esenciales para un adecuado funcionamiento de la industria, donde prime la seguridad integral de las personas, del ambiente y de la infraestructura dispuesta.

En ese sentido, los actores habilitados para desempeñarse en cada actividad, ya sea de manera contractual (licencia, servicio o concesión) o mediante el Registro de Hidrocarburos, están en la obligación de cumplir con todas las disposiciones establecidas, dado que se encuentran bajo supervisión y fiscalización de las autoridades pertinentes.

TABLA 6: TÍTULOS HABILITANTES SEGÚN ACTIVIDAD

Actividad	Título Habilitante	Entidad otorgante
Exploración y Explotación	Contrato de Licencia Contrato de Servicio	Perupetro
Procesamiento	Registro de Hidrocarburos	Osinermin
Transporte por ductos	Contrato de Concesión	MINEM
Distribución por red de ductos	Contrato de Concesión	MINEM
Comercialización de GNC y/o GNL	Registro de Hidrocarburos	Osinermin

Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinermin. Lima-Perú.

Haciendo referencia específicamente a la habilitación del derecho de funcionamiento por la modalidad contractual, dada la singularidad de la Industria del Gas Natural, ésta se encuentra estructurada de la siguiente manera:

TABLA 7: ENTIDADES COMPETENTES PARA LA SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN CONTRACTUAL

Actividad	Entidad	
	Supervisión	Fiscalización
Exploración y Explotación	Perupetro	
Transporte por ductos	Osinermin	MINEM
Distribución por red de ductos	Osinermin	MINEM

Fuente: Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo; y García Raúl (Editores) (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Osinermin. Lima-Perú.

En conclusión, es de suma importancia que el desenvolvimiento del Proyecto Camisea se lleve a cabo dentro de un contexto de supervisión

y fiscalización para así evitar falencias en relación a la seguridad y condiciones operativas. Es así que, por fines de interés del presente informe, enfocaremos el desarrollo del proyecto en la temática relacionada con la operación y el mantenimiento de la infraestructura del Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en Lima y Callao, operado por la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A. Todo esto, orientado a la política de la empresa, a los objetivos corporativos, a mitigar los riesgos asociados a la continuidad del servicio, y al cumplimiento de las condiciones requeridas de acuerdo a los reglamentos establecidos por la autoridad competente, evitando así incurrir en la imposición de algún tipo de penalidad por infracción de temas normativos-legales.

Partiendo de ese concepto, ante la necesidad de contribuir con el cumplimiento de las exigencias instauradas y alinearnos a las normas nacionales e internacionales que marcan una referencia sobre la que deben operarse los sistemas de distribución de gas por red de ductos, surge la oportunidad de organizar de una mejor manera la configuración de la gestión del mantenimiento de la infraestructura del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, lo cual nos lleva a establecer un punto de inicio mediante un análisis de criticidad de todos los sistemas/activos que en conjunto conforman el Sistema de Distribución, cuyo objeto es determinar aquellos equipos que son prioridad para la aplicación de la metodología RCM para luego consolidarlas en un plan de mantenimiento mejor estructurado y planificado, de acuerdo a las necesidades detectadas.

Análisis de Criticidad de Activos

El Sistema de Distribución de Gas Natural operado por Cálidda está constituido por diversos sistemas, los cuales a su vez son de distintas clases. Asimismo, esta variedad de equipos se encuentra repartida en diferentes ubicaciones dentro de los departamentos de Lima y Callao, de modo que por la gran cantidad de activos implicada, es preciso realizar un estudio que permita priorizar ciertas actividades de mantenimiento, o como en nuestro caso, que permita seleccionar algún sistema crítico en el que podamos emplear la metodología RCM como herramienta de mejora, ya que por la profundidad de su estudio y la complejidad que la caracteriza, se haría un tanto complicado y laborioso aplicarla en la totalidad de los activos.

Las técnicas de análisis de criticidad son herramientas que permiten identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.⁷

El propósito de este estudio es determinar jerarquía de procesos, sistemas y equipos que conforman el Sistema de Distribución de Gas por Red de Ductos en Lima y Callao, de tal manera que se puedan subdividir los elementos en secciones que permitan atacar las partes más críticas con un mejor control sobre ellas. La esencia del análisis radica en la teoría del riesgo, principio que valora la combinación de la fiabilidad (frecuencia de falla) y el efecto de la falla (consecuencias a la seguridad, calidad, ambiente, producción, etc.). De esta forma, se obtiene como resultado la base sobre la cual debe aplicarse la técnica de optimización basada en confiabilidad y mantenimiento que haya sido

⁷ Woodhouse Jhon, (1994). *Criticality Analysis Revisited. The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England.*

seleccionada, como lo es para el presente informe, la técnica del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad “RCM” (cuya elección será justificada más adelante).

Los parámetros a tomarse en cuenta para la evaluación de criticidad son los siguientes:⁸

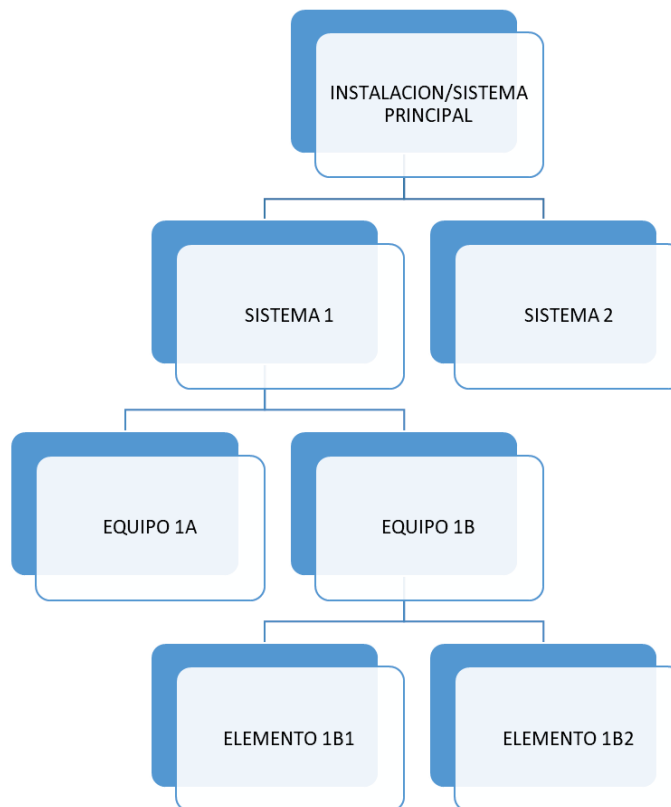
- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- Disponibilidad de repuestos, etc.

Previo al estudio de criticidad y jerarquización en sí, se hizo el reconocimiento de los principales activos que constituyen el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, agrupándolos a nivel de sistemas, componentes y, por último, elementos principales, los cuales en conjunto fueron enunciados de manera genérica dado que, de haber hecho una recopilación individual de cada activo presente en el Sistema de Distribución de Lima y Callao, sería un proceso demasiado conceptuoso en comparación a tomar datos comunes entre

⁸ Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. PhD. Carlos Parra Márquez & PhD. Adolfo Crespo Márquez (2012)

sí. Es por ello que se describen los activos asociándolos de acuerdo a su principio de funcionamiento.

FIGURA 38: NIVELES DE ANÁLISIS PARA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD



Fuente: Elaboración propia.

No obstante, dentro de esta primera etapa de análisis, se tomará en cuenta para el estudio sólo hasta la categoría de sistema, a fin de hacer una interpretación más global de cada uno de éstos y determinar el impacto que representa sobre la integridad del desarrollo de la Industria de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao. De esta manera, se obtuvieron los siguientes sistemas:

TABLA 8: SISTEMAS PRINCIPALES QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO

ITEM	SISTEMA
1	REDES DE ACERO
2	REDES DE POLIETILENO
3	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA
4	TRAMPAS DE SCRAPER
5	SISTEMA DE REGULACION
6	SISTEMA DE FILTRADO
7	SISTEMA DE MEDICION
8	SISTEMA DE ODORIZACION
9	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA
10	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL
11	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE
13	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION
14	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL
15	SISTEMA DE CALENTAMIENTO
16	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION
17	SISTEMA DE CONTROL LOCAL
18	SISTEMA DE INSTRUMENTACION
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la relación de sistemas principales, hacemos el estudio de criticidad de cada uno de ellos con la finalidad de establecer categorías que permita tratarlos con determinada prioridad y/o defina aquel sistema sobre el cual se implementará alguna metodología de mejora.

En efecto, se optó por tomar el modelo de criticidad cuantitativo AHP (Analytic Hierarchy Process) conocido como Proceso de Análisis

Jerárquico, propuesto y desarrollado por Thomas L. Saaty (1980). Esta elección se dio debido a que dicho método permite tomar decisiones de forma eficaz involucrando en el proceso a todos los criterios que influyen en la determinación del veredicto final, cuyo desenlace es jerarquizar un listado de alternativas en base a la importancia asignada para cada uno de los criterios y la relación que guarda con cada alternativa estudiada. De esta forma, se hace un análisis global y holístico que permite contemplar aspectos tanto objetivos como subjetivos en la decisión a tomar. Es así que se decidió utilizarlo con el fin de establecer, en base a ciertos aspectos (representando a los criterios), un orden prioritario de los sistemas antes descritos (representando a las alternativas) que en conjunto conforman el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, facilitando así la toma de decisiones en cuanto al direccionamiento del esfuerzo y los recursos (financieros, humanos y tecnológicos) hacia el área que más lo requiera, y así, poder generar un plan de mantenimiento más eficiente y enfocado a la rentabilidad del negocio.

En este caso, se diseñó un modelo AHP, teniendo como referencia el proceso de evaluación del riesgo, propuesto por Jhon Woodhouse (2000) en su libro "Introducción a la Confiabilidad Operacional", complementándolo con algunos criterios que se consideraron necesarios incluir para el presente análisis. Es así que se siguió el siguiente procedimiento:

a) **Definición del objetivo principal**

Jerarquizar los 19 sistemas que conforman el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, con la finalidad de enfocar los recursos de mantenimiento en aquel que obtenga el mayor nivel de criticidad, para así asegurar su correcto funcionamiento, disponibilidad y confiabilidad; de manera que esto se vea reflejado en un beneficio para la compañía.

b) Definición de los criterios de evaluación en forma de objetivos jerárquicos

Se estableció la jerarquización tomando en cuenta la evaluación de criterios relacionados con las fallas de los sistemas, los cuales se detallan e identifican mediante una abreviación de 2 letras, a continuación:

1. Frecuencia de ocurrencia de las fallas **(FF)**
2. Detección de las fallas **(DF)**
3. Costos asociados a las fallas **(CF)**
4. Daños consecuenciales a otros equipos **(DE)**
5. Daño a la calidad del producto y/o servicio **(DC)**
6. Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial **(SH)**
7. Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente **(IA)**

c) Comparación cualitativa de forma apareada entre criterios

Con la finalidad de hacer tomar en cuenta el punto de vista de diversas áreas involucradas en el desarrollo del proceso de distribución de gas natural, se hace la consulta a representantes de cada departamento a través de una encuesta colectiva, cuyo objeto es establecer un equilibrio en cuanto al nivel de importancia de cada uno de los criterios establecidos mediante una comparación apareada. Para ello, se elaboró un cuestionario que cuenta con 7 criterios de evaluación, lo que nos da un determinado número de comparaciones entre éstos a realizar por parte de los interesados. Para la valorización de la comparación se hace uso de una escala numérica que va desde el 1 hasta el 9 de acuerdo a la siguiente interpretación:

TABLA 9: ESCALA DE VALORES PARA COMPARACIÓN ENTRE CRITERIOS

Valor de comparación a_{jk}	Interpretación del valor asignado
1	j y k son igual de importantes
2	
3	j es ligeramente más importante que k
4	
5	j es más importante que k
6	
7	j es considerablemente más importante que k
8	
9	j es absolutamente más importante que k

Fuente: Saaty, T., (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York, Estados Unidos: Mc Graw Hill.

La información consultada a los agentes implicados en se encuentra plasmada de la siguiente manera:

**TABLA 10: TABLA DE COMPARACIÓN ENTRE CRITERIOS A
EVALUAR MEDIANTE VALORACIÓN NUMÉRICA**

Criterio "i"	Criterio "j"	Valor numérico de comparación								
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fuente: Elaboración propia

Los integrantes del grupo seleccionado para responder al formulario forman parte de la empresa Cálidda, y se trata de personal implicado de alguna manera con la operación del sistema de distribución de gas natural, siendo concedores de la naturaleza del mismo. Es así que el análisis fue llevado a cabo en una reunión de trabajo mediante una lluvia de ideas, llegando a un mutuo acuerdo entre los participantes, los cuales ocupan los siguientes

cargos dentro de la corporación: Ingeniero de Planeamiento de Mantenimiento, Ingeniero de Planeamiento de Operaciones, Operador de Planta, Supervisor de Mantenimiento, Técnico de Mantenimiento, Inspector de Seguridad y Salud en el Trabajo, Analista de Gestión Ambiental.

Para la comparación apareada en sí, se siguieron los siguientes pasos:

1. Se estableció una matriz $n \times n$ según el número de criterios “ n ”, colocando dichos criterios tanto en la primera fila como en la primera columna.
2. Se comparó el primer factor de la columna respecto a cada criterio de la fila respectivamente y se hizo una comparación en pares.
3. En una escala del 1 al 9 se colocó el valor numérico que caracterice mejor la comparación entre criterios, tomando como referencia las interpretaciones dadas en la Tabla N° 09.
4. El análisis de comparación se realizó tomando en cuenta la importancia del criterio de la fila respecto del primer criterio de la columna. En aquellos casos en que la importancia del criterio de la fila respecto al de la columna es menor, se colocó el valor inverso.
5. Posterior a ello, los valores de los criterios que se compararon previamente, fueron colocados como los inversos respecto al criterio correspondiente que fue analizado.
6. En el casillero que corresponda a la comparación entre dos criterios iguales, se colocó el número uno (1) por tratarse del mismo nivel de importancia.
7. El mismo proceso se realizó sucesivamente para el resto de los criterios.

De modo que se procedió a generar una matriz real 7×7 (siendo 7 el número de criterios) la cual busca calcular el peso de los criterios. Como se detalló anteriormente, cada valor de la matriz a_{jk} representa la importancia relativa del criterio "j" con respecto al "k". Si $a_{jk} > 1$, quiere decir que "j" tiene más importancia que "k". Por el contrario, si $a_{jk} < 1$, entonces el criterio "j" tiene menor importancia en comparación a "k". Si $a_{jk} = 1$, los criterios tienen la misma importancia, incluyendo los valores de la diagonal de la matriz, donde $j = k$.

Cabe resaltar que en esta matriz se cumple el principio de reciprocidad, donde $a_{jk} \cdot a_{kj} = 1$. Asimismo, el número de comparaciones está definido por $\frac{n(n-1)}{2}$; con ello, al contar con 7 criterios a evaluar, obtenemos un total de 21 comparaciones por efectuar.

**TABLA 11: TABLA RESUELTA DE COMPARACIÓN
APAREADA ENTRE CRITERIOS**

Criterio "i"	Criterio "j"	Valor numérico de comparación								
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, el producto final obtenido se refleja en la siguiente tabla/matriz, (a la cual se nombró como Matriz “W”) como resultado de la comparación apareada de los criterios por nivel de importancia, de acuerdo a la aplicación de lo desarrollado anteriormente:

**TABLA 12: MATRIZ DE COMPARACIÓN APAREADA DE LOS
CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN (W)**

CRITERIOS	FF	DF	CF	DE	DC	SH	IA
FF	1	4	2	1	1/3	1/4	1/3
DF	1/4	1	1/3	1/4	1/6	1/7	1/6
CF	1/2	3	1	1/2	1/4	1/5	1/4
DE	1	4	2	1	1/3	1/4	1/3
DC	3	6	4	3	1	1/2	1
SH	4	7	5	4	2	1	2
IA	3	6	4	3	1	1/2	1
SUMA TOTAL	12.75000	31.00000	18.33333	12.75000	5.08333	2.84286	5.08333

Fuente: Elaboración propia

d) Descripción de las alternativas a ser jerarquizadas

Como es de conocimiento, las alternativas corresponden a los 19 sistemas que componen el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, los cuales se encuentran descritos en la Tabla N° 08.

e) Establecimiento de escalas de puntuación para cada criterio seleccionado

Se procedió con la puntuación ponderada de cada uno de las alternativas en base a la escala de valores asignados a los criterios de acuerdo a su nivel de existencia. La asignación de valores es de forma cuantitativa de acuerdo a un rango numérico gradual del 1 al 10, lo cuales obedecen a descripciones ya establecidas para cada uno de los puntos. Asimismo, esta puntuación fue realizada por el mismo equipo de personas seleccionado para la comparación apareada de criterios, el cual abarca personal de las áreas de mantenimiento, operaciones, seguridad y gestión ambiental.

A continuación, se expone una breve descripción de cada uno de los criterios por analizar y el detalle de los niveles determinados:

- **Frecuencia de ocurrencia de las fallas (FF):** El criterio de frecuencia de ocurrencia de fallas es evaluado en función del número de eventos de falla suscitados en un determinado período de tiempo. Para la definición del nivel de frecuencia de fallos de cada alternativa (sistema) a ser evaluado se necesita recopilar información del historial de fallos de cada sistema. A continuación, se presentan los diferentes niveles establecidos para valorizar el criterio en referencia:

TABLA 13: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LAS FALLAS

FF	Nivel de Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Definición del nivel
10	Muy alta: Falla casi inevitable	Ocurrencia una vez por semana
9		Ocurrencia por mes
8	Alta: Continuamente	Una ocurrencia cada tres meses
7		Una ocurrencia cada seis meses
6	Moderada: Ocasionalmente	Una ocurrencia cada nueve meses
5		Una ocurrencia al año
4	Baja: fallo ocurre muy poco	Una ocurrencia entre dos y tres años
3		Una ocurrencia entre cuatro y seis años
2		Una ocurrencia entre siete y nueve años
1	Remota: no es probable que falle	Una ocurrencia en más de 10 años

Fuente: PARRA MÁRQUEZ C., & CRESPO MARQUEZ A., 2012. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos (1era edición)*. Sevilla, España: INGEMAN.

- **Detección de las fallas (DF):** El criterio de detección de fallas se encuentra vinculado a los sistemas de protección, control y alerta disponibles para detectar de forma oportuna algún suceso de falla. Para asignar un valor a los sistemas evaluados respecto de este criterio, es necesario obtener información relacionada a temas de instrumentación, control y protección con los que cuente el sistema a ser analizado. A continuación,

se presentan los diferentes niveles establecidos para valorizar el criterio en referencia:

TABLA 14: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DETECCIÓN DE LAS FALLAS

DF	Nivel de Detección de las fallas	Definición del nivel
10	Aboslutamente incierto	El sistema no es controlado o inspeccionado, las anomalías por fallos no son detectados
9		
8		
7	Bajo	Sólo se inspecciona el sistema de forma visual durante todo el proceso (no hay ayuda de equipos modernos de control)
6		
5	Moderado	El sistema se controla bajo técnicas estadísticas de control de fallas, y el producto es inspeccionado al final del proceso en la línea de producción (25% automatización)
4		
3	Alto	El sistema se controla bajo técnicas estadísticas de control de fallas, y el producto es inspeccionado en más de dos puntos del proceso en la línea de producción (75% automatización)
2	Muy alto	El sistema se controla bajo técnicas estadísticas de control de fallas, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (75% automatización)
1	Totalmente controlado	El sistema se controla bajo técnicas estadísticas de control de fallas, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100% automatización con calibración continua y preventiva de los equipos utilizados para controlar e inspeccionar el estado operacional del sistema)

Fuente: PARRA MÁRQUEZ C., & CRESPO MARQUEZ A., 2012. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos (1era edición)*. Sevilla, España: INGEMAN.

- **Costos asociados a las fallas (CF):** El criterio de Costos asociados a las fallas está ligado a los efectos económicos que

las fallas causan sobre la seguridad, ambiente, producción y reparación en sí; todos estos valorizados en dinero. Para evaluar este criterio, es necesario estimar los costos que acarrea la falla de cada uno de los sistemas analizados, una vez que esta se presenta. A continuación, se muestran los diferentes niveles establecidos para valorizar el criterio en referencia:

TABLA 15: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE COSTOS ASOCIADOS A LAS FALLAS

CF	Nivel de Costos asociados a las fallas	Definición del nivel
10	Peligrosamente alto	Fallas que provocan altos costos por aspectos de seguridad y ambiente (indemnizaciones/penalidades)
9		
8	Muy alto	Fallas que provocan altos costos por pérdida total de la producción
7		
6	Alto	Fallas que generan altos costos por reparaciones correctivas
5		
4	Moderado	Fallas que generan costos significativos de producción y/o reparación
3		
2		
1	Muy bajos	Fallas que generan costos insignificantes

Fuente: PARRA MÁRQUEZ C., & CRESPO MARQUEZ A., 2012. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos (1era edición)*. Sevilla, España: INGEMAN.

- **Daños consecuenciales a otros equipos (DE):** El presente criterio se encarga de medir la afectación que pueda representar la ocurrencia de una falla del sistema en evaluación, en mayor o menor medida, hacia otros equipos instalados en la planta, comprometiendo la integridad u operatividad de éstos. A continuación, se muestran los

diferentes niveles establecidos para valorizar el criterio en referencia:

TABLA 16: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DAÑOS CONSECUCIONALES A OTROS EQUIPOS

DE	Nivel de Daños consecucionales a otros equipos	Definición del nivel
10	Extremo	Afecta a demasiados equipos de la planta
9		
8	Alto	Afecta a muchos equipos de la planta
7		
6	Medio	Afecta algunos equipos de la planta
5		
4	Moderado	Afecta pocos equipos de la planta
3		
2		
1	Indiferente	No afecta a otros equipos

Fuente: Elaboración propia.

- Daño a la calidad del producto y/o servicio (DC):** El criterio de Daño a la calidad del producto y servicio permite caracterizar aquellos sistemas que, ante una eventual falla que pueda suscitarse en ellos, provoquen alguna deficiencia en el producto o servicio entregado a los usuarios finales, de acuerdo a los parámetros establecidos para poder medirlos (marco normativo, marco legal, estándares de calidad, parámetros de operación, etc). A continuación, se muestran los diferentes niveles establecidos para valorizar el criterio en referencia:

TABLA 17: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE DAÑO A LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O SERVICIO

DC	Nivel de Daño a la calidad del producto y/o servicio	Definición del nivel
10	Muy alto	Afecta de manera grave a la calidad del producto y/o servicio
9		
8	Alto	Afecta de manera importante a la calidad del producto y/o servicio
7		
6	Medio	Afecta parcialmente la calidad del producto y/o servicio
5		
4		
3	Moderado	Afecta en alguna medida la calidad del producto y/o servicio
2		Puede afectar la calidad del producto y/o servicio
1	Bajo	Casi no afecta a la calidad del producto o servicio y/o servicio

Fuente: Elaboración propia.

- **Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial (SH):** Este criterio permite valorar los riesgos asociados a la presentación de fallas, midiendo la severidad que éstas representarían en lo que refiere a seguridad, salud e higiene. Este criterio es de suma importancia, dado que la prioridad en todos los aspectos siempre es la vida del ser humano y las condiciones en las cuales se desenvuelve laboralmente. Es por ello que se establecieron los siguientes niveles para marcar una puntuación del criterio en referencia:

TABLA 18: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA SEGURIDAD INTEGRAL DE LA PERSONA E HIGIENE INDUSTRIAL

SH	Nivel de Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Definición del nivel
10	Muy alto	Puede afectar gravemente la integridad de toda la planta y del personal que labora en ella
9	Alto	Puede afectar gravemente la integridad de las personas
8		Puede afectar gravemente a las instalaciones
7	Medio	Puede afectar la integridad de las personas e instalaciones
6		Puede afectar la integridad de las personas
5		Puede afectar a las instalaciones
4	Moderado	Puede afectar levemente la integridad de las personas y las instalaciones
3		Puede afectar levemente la integridad de las personas
2		Puede afectar levemente a las instalaciones
1	Bajo	Casi no afecta a la seguridad de las instalaciones ni del personal

Fuente: Elaboración propia.

- **Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente (IA):** Este criterio permite ponderar la magnitud en la que las fallas pueden afectar a la preservación de las buenas condiciones ambientales (agua, aire, suelo, flora, fauna, etc.) del medio que rodea las instalaciones que las sufren. Para ello, se establecieron los siguientes niveles:

TABLA 19: ESCALA PARA DEFINICIÓN DEL CRITERIO DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE

IA	Nivel de impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Definición del nivel
10	Muy alta	Afecta en gran manera al ambiente
9		
8	Alta	Afecta considerablemente al ambiente
7		
6	Media	Afecta al ambiente en cierta manera
5		
4		
3	Moderada	Afecta al ambiente de forma moderada
2		
1	Baja	Casi no afecta al ambiente

Fuente: Elaboración propia.

e) Evaluación de los sistemas en relación con los criterios seleccionados

Posteriormente, se procedió con la evaluación de los sistemas en base a las escalas asignadas para cada uno de los criterios elegidos, la cual consiste en atribuir un valor numérico, tomado de la mencionada escala, que cuantifique el criterio en evaluación. De la misma manera que en la fase anterior, en la que se demarcaron los niveles de medición con ayuda de expertos en los temas abordados, en esta oportunidad también se requirió el aporte del mismo equipo de trabajo (personal de mantenimiento, operaciones,

seguridad y gestión ambiental), siguiendo los siguientes pasos para determinar los pesos correspondientes a cada alternativa (sistema):

- Se expusieron historiales de datos para criterios cuantitativos (Frecuencia de fallas, Costos asociados a las fallas), los cuales permitieron establecer los pesos para cada uno de éstos de manera adecuada y lo más cercano a la realidad. Asimismo, se estimó de manera consensuada la puntuación de los criterios cualitativos, teniendo como fundamento las experiencias vividas, pruebas documentadas, antecedentes registrados, reportes, referencias, etc.
- Se hizo una tabla comparativa de Sistema vs. Criterio, que permita evaluar cada elemento de la matriz.
- Se colocó en la columna de cada criterio el número que mejor describa al sistema en evaluación que le corresponda respectivamente, basándonos en las escalas de valores y niveles fijados para cada criterio en las tablas. Asimismo, se repitió sucesivamente la misma operación para todos los criterios.
- En la columna inmediata posterior a la de cada criterio (a la cual se le denominó “Jerarquización Local”), se colocó la división entre el valor elegido para cada sistema y la suma total de los valores correspondientes a dicho criterio (posicionada al final).

De este modo, aplicando lo propuesto, alcanzamos los siguientes resultados:

TABLA 20: EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS EN FUNCIÓN A LOS CRITERIOS SELECCIONADOS

#	SISTEMA	FF	Jerarquización Local FF = FF/Total	DF	Jerarquización Local DF = DF/Total	CF	Jerarquización Local CF = CF/Total	DE	Jerarquización Local DE = DE/Total	DC	Jerarquización Local DC = DC/Total	SH	Jerarquización Local SH = SH/Total	IA	Jerarquización Local IA = IA/Total
1	REDES DE ACERO	2	0.019801980	7	0.100000000	4	0.039603960	4	0.040816327	9	0.072580645	4	0.054054054	3	0.058823529
2	REDES DE POLIETILENO	3	0.029702970	7	0.100000000	4	0.039603960	1	0.010204082	9	0.072580645	4	0.054054054	3	0.058823529
3	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	5	0.049504950	4	0.057142857	3	0.029702970	3	0.030612245	10	0.080645161	4	0.054054054	1	0.019607843
4	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.009900990	3	0.042857143	1	0.009900990	1	0.010204082	2	0.016129032	1	0.013513514	1	0.019607843
5	SISTEMA DE REGULACION	8	0.079207921	1	0.014285714	8	0.079207921	5	0.051020408	7	0.056451613	2	0.027027027	1	0.019607843
6	SISTEMA DE FILTRADO	8	0.079207921	2	0.028571429	7	0.069306931	7	0.071428571	8	0.064516129	2	0.027027027	2	0.039215686
7	SISTEMA DE MEDICION	6	0.059405941	1	0.014285714	7	0.069306931	1	0.010204082	9	0.072580645	1	0.013513514	1	0.019607843
8	SISTEMA DE ODORIZACION	6	0.059405941	3	0.042857143	10	0.099009901	1	0.010204082	10	0.080645161	9	0.121621622	4	0.078431373
9	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	7	0.069306931	1	0.014285714	7	0.069306931	3	0.030612245	9	0.072580645	2	0.027027027	2	0.039215686
10	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	2	0.019801980	5	0.071428571	4	0.039603960	4	0.040816327	7	0.056451613	1	0.013513514	3	0.058823529
11	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.039603960	4	0.057142857	5	0.049504950	4	0.040816327	7	0.056451613	6	0.081081081	4	0.078431373
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	5	0.049504950	4	0.057142857	5	0.049504950	9	0.091836735	3	0.024193548	6	0.081081081	5	0.098039216
13	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	6	0.059405941	5	0.071428571	7	0.069306931	7	0.071428571	1	0.008064516	6	0.081081081	5	0.098039216
14	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	1	0.009900990	1	0.014285714	3	0.029702970	8	0.081632653	10	0.080645161	1	0.013513514	2	0.039215686
15	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	10	0.099009901	7	0.100000000	7	0.069306931	10	0.102040816	8	0.064516129	7	0.094594595	8	0.156862745
16	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	7	0.069306931	6	0.085714286	5	0.049504950	7	0.071428571	2	0.016129032	5	0.067567568	2	0.039215686
17	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	8	0.079207921	1	0.014285714	5	0.049504950	7	0.071428571	4	0.032258065	5	0.067567568	1	0.019607843
18	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	10	0.099009901	1	0.014285714	6	0.059405941	8	0.081632653	6	0.048387097	7	0.094594595	2	0.039215686
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	2	0.019801980	7	0.100000000	3	0.029702970	8	0.081632653	3	0.024193548	1	0.013513514	1	0.019607843
	TOTAL	101		70		101		98		124		74		51	

Fuente: Elaboración propia.

f) Jerarquización por nivel de importancia y para cada criterio

En función a los resultados obtenidos en la Tabla N° 20 se procede con ordenar cada uno de los sistemas, en forma descendiente de acuerdo al nivel de importancia asignado en base a los 7 criterios de evaluación. El trabajo consta en trasladar los valores de la Tabla N° 20 a tablas independientes para cada sistema, respectivamente, y posterior a ello, colocarlos en orden de mayor a menor por el valor de importancia que se determinó:

TABLA 21: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FALLAS”

#	SISTEMA	FF	Jerarquización Local FF = FF/Total
1	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	10	0.099009901
2	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	10	0.099009901
3	SISTEMA DE REGULACION	8	0.079207921
4	SISTEMA DE FILTRADO	8	0.079207921
5	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	8	0.079207921
6	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	7	0.069306931
7	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	7	0.069306931
8	SISTEMA DE MEDICION	6	0.059405941
9	SISTEMA DE ODORIZACION	6	0.059405941
10	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	6	0.059405941
11	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	5	0.049504950
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	5	0.049504950
13	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.039603960
14	REDES DE POLIETILENO	3	0.029702970
15	REDES DE ACERO	2	0.019801980
16	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	2	0.019801980
17	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	2	0.019801980
18	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.009900990
19	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	1	0.009900990
TOTAL		101	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 22: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DETECCIÓN DE FALLAS”

#	SISTEMA	DF	Jerarquización Local DF = FF/Total
1	REDES DE ACERO	7	0.100000000
2	REDES DE POLIETILENO	7	0.100000000
3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	7	0.100000000
4	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	7	0.100000000
5	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	6	0.085714286
6	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	5	0.071428571
7	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	5	0.071428571
8	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	4	0.057142857
9	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.057142857
10	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	4	0.057142857
11	TRAMPAS DE SCRAPER	3	0.042857143
12	SISTEMA DE ODORIZACION	3	0.042857143
13	SISTEMA DE FILTRADO	2	0.028571429
14	SISTEMA DE REGULACION	1	0.014285714
15	SISTEMA DE MEDICION	1	0.014285714
16	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	1	0.014285714
17	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	1	0.014285714
18	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	1	0.014285714
19	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	1	0.014285714
TOTAL		70	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 23: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE COSTOS ASOCIADOS A LAS FALLAS”

#	SISTEMA	CF	Jerarquización Local CF = CF/Total
1	SISTEMA DE ODORIZACION	10	0.038834951
2	SISTEMA DE REGULACION	8	0.038834951
3	SISTEMA DE FILTRADO	7	0.029126214
4	SISTEMA DE MEDICION	7	0.009708738
5	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	7	0.077669903
6	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	7	0.067961165
7	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	9	0.067961165
8	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	6	0.097087379
9	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	5	0.067961165
10	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	5	0.038834951
11	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	5	0.048543689
12	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	5	0.048543689
13	REDES DE ACERO	4	0.067961165
14	REDES DE POLIETILENO	4	0.029126214
15	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.087378641
16	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	3	0.048543689
17	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	3	0.048543689
18	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	3	0.058252427
19	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.029126214
TOTAL		103	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 24: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DAÑOS CONSECUCIONALES A OTROS EQUIPOS”

#	SISTEMA	DE	Jerarquización Local DE = DE/Total
1	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	10	0.102040816
2	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	9	0.091836735
3	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	8	0.081632653
4	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	8	0.081632653
5	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	8	0.081632653
6	SISTEMA DE FILTRADO	7	0.071428571
7	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	7	0.071428571
8	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	7	0.071428571
9	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	7	0.071428571
10	SISTEMA DE REGULACION	5	0.051020408
11	REDES DE ACERO	4	0.040816327
12	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.040816327
13	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.040816327
14	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	3	0.030612245
15	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	3	0.030612245
16	REDES DE POLIETILENO	1	0.010204082
17	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.010204082
18	SISTEMA DE MEDICION	1	0.010204082
19	SISTEMA DE ODORIZACION	1	0.010204082
TOTAL		98	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 25: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE DAÑO A LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O SERVICIO”

#	SISTEMA	DC	Jerarquización Local DC = DC/Total
1	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	10	0.080645161
2	SISTEMA DE ODORIZACION	10	0.080645161
3	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	10	0.080645161
4	REDES DE ACERO	9	0.072580645
5	REDES DE POLIETILENO	9	0.072580645
6	SISTEMA DE MEDICION	9	0.072580645
7	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	9	0.072580645
8	SISTEMA DE FILTRADO	8	0.064516129
9	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	8	0.064516129
10	SISTEMA DE REGULACION	7	0.056451613
11	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	7	0.056451613
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	7	0.056451613
13	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	6	0.048387097
14	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	4	0.032258065
15	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	3	0.024193548
16	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	3	0.024193548
17	TRAMPAS DE SCRAPER	2	0.016129032
18	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	2	0.016129032
19	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	1	0.008064516
TOTAL		124	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 26: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA SEGURIDAD INTEGRAL DE LA PERSONA E HIGIENE INDUSTRIAL”

#	SISTEMA	SH	Jerarquización Local SH = SH/Total
1	SISTEMA DE ODORIZACION	9	0.121621622
2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	7	0.094594595
3	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	7	0.094594595
4	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	6	0.081081081
5	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	6	0.081081081
6	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	6	0.081081081
7	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	5	0.067567568
8	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	5	0.067567568
9	REDES DE ACERO	4	0.054054054
10	REDES DE POLIETILENO	4	0.054054054
11	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	4	0.054054054
12	SISTEMA DE REGULACION	2	0.027027027
13	SISTEMA DE FILTRADO	2	0.027027027
14	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	2	0.027027027
15	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.013513514
16	SISTEMA DE MEDICION	1	0.013513514
17	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	1	0.013513514
18	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	1	0.013513514
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	1	0.013513514
TOTAL		74	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 27: JERARQUIZACIÓN POR CRITERIO DE “NIVEL DE IMPACTO DE LAS FALLAS SOBRE LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE”

#	SISTEMA	IA	Jerarquización Local IA = IA/Total
1	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	8	0.156862745
2	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	5	0.098039216
3	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	5	0.098039216
4	SISTEMA DE ODORIZACION	4	0.078431373
5	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	4	0.078431373
6	REDES DE ACERO	3	0.058823529
7	REDES DE POLIETILENO	3	0.058823529
8	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	3	0.058823529
9	SISTEMA DE FILTRADO	2	0.039215686
10	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	2	0.039215686
11	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	2	0.039215686
12	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	2	0.039215686
13	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	2	0.039215686
14	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	1	0.019607843
15	TRAMPAS DE SCRAPER	1	0.019607843
16	SISTEMA DE REGULACION	1	0.019607843
17	SISTEMA DE MEDICION	1	0.019607843
18	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	1	0.019607843
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	1	0.019607843
TOTAL		51	

Fuente: Elaboración propia.

g) Verificación de la congruencia de los juicios. Radio de Inconsistencia (IR) y jerarquización individual por criterio

Como siguiente paso y con el propósito de corroborar la coherencia de los juicios emitidos al momento de evaluar los criterios de forma apareada, se elaboraron tablas (matrices) que serán complementadas mutuamente para, finalmente, evaluar la congruencia de las decisiones tomadas.

En primer lugar, se formó la “Matriz Normalizada”, cuyos componentes son obtenidos a partir de la “Matriz de Comparación Apareada de los Criterios de Jerarquización” (W) y representan, análogamente en cada posición, el resultado de la división entre cada uno de sus componentes y la sumatoria de los valores correspondientes a cada columna, uno a uno respectivamente para cada elemento de ésta última matriz.

TABLA 28: MATRIZ NORMALIZADA DE COMPARACIÓN APAREADA

CRITERIOS	FF	DF	CF	DE	DC	SH	IA
FF	0.078431373	0.129032258	0.109090909	0.078431373	0.065573770	0.087939698	0.065573770
DF	0.019607843	0.032258065	0.018181818	0.019607843	0.032786885	0.050251256	0.032786885
CF	0.039215686	0.096774194	0.054545455	0.039215686	0.049180328	0.070351759	0.049180328
DE	0.078431373	0.129032258	0.109090909	0.078431373	0.065573770	0.087939698	0.065573770
DC	0.235294118	0.193548387	0.218181818	0.235294118	0.196721311	0.175879397	0.196721311
SH	0.313725490	0.225806452	0.272727273	0.313725490	0.393442623	0.351758794	0.393442623
IA	0.235294118	0.193548387	0.218181818	0.235294118	0.196721311	0.175879397	0.196721311

Fuente: Elaboración propia.

Luego, partiendo de la “Matriz Normalizada”, se estimó el promedio de los valores que componen cada una de sus filas, obteniendo así la denominada “Matriz de Autovectores” (a la cual se denominó Matriz $\tilde{\omega}$), cuyo orden es de 7 x 1.

TABLA 29: MATRIZ DE AUTOVECTORES ($\tilde{\omega}$)

CRITERIOS	Valores de la matriz de autovectores ($\tilde{\omega}$)
FF	0.087724736
DF	0.029354371
CF	0.056923348
DE	0.087724736
DC	0.207377209
SH	0.323518392
IA	0.207377209

Fuente: Elaboración propia.

Acto seguido, y con miras a poder evaluar la congruencia de los juicios, fue necesario conocer el “Radio de Inconsistencia” (IR), no sin antes estimar otros parámetros que influyen en su resultado, los mismos se obtienen aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \text{Promedio de Valores} \rightarrow \frac{(W * \tilde{\omega})}{\tilde{\omega}}$$

$$CI = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

$$I_R = \frac{CI}{RI}$$

Donde:

W: Matriz de juicios (Orden 7 x 7) (Tabla N° 12 de comparación apareada de criterios)

$\tilde{\omega}$: Matriz de autovectores de W (Orden 7 x 1)

$\lambda_{\text{máx}}$: Promedio de autovalores de la matriz obtenida al dividir ($W * \tilde{\omega}$) / $\tilde{\omega}$

n: Número de criterios comparados

CI: Indicador de inconsistencia

RI: Índice de aleatoriedad de Saaty para una matriz n x n. Sus valores se obtienen de la Tabla N° 04

IR: Radio de Inconsistencia

Cabe resaltar que, por lo expuesto anteriormente, para poder conocer el valor de $\lambda_{\text{máx}}$ es necesario realizar previamente la multiplicación matricial entre la “Matriz de Comparación Apareada” (W) y la “Matriz de Autovectores” ($\tilde{\omega}$); para luego, dividir cada componente obtenido de esta matriz resultante (Orden 7 x 1) entre cada valor de los autovectores ($\tilde{\omega}$), haciendo esta operación de manera horizontal análogamente para cada par que corresponda, respectivamente.

TABLA 30: OBTENCIÓN DEL “ $\lambda_{\text{máx}}$ ”

Valores de la matriz resultante ($W * \tilde{\omega}$)	Valores de la matriz de autovectores ($\tilde{\omega}$)	$(W * \tilde{\omega})/(\tilde{\omega})$
0.625844721	0.087724736	7.134187576
0.207533837	0.029354371	7.069946712
0.401103479	0.056923348	7.046378928
0.625844721	0.087724736	7.134187576
1.506681646	0.207377209	7.265415787
2.344922450	0.323518392	7.248188996
1.506681646	0.207377209	7.265415787
	λ_{max}	7.166245909

Fuente: Elaboración propia.

Es así que, una vez hallado el $\lambda_{\text{máx}}$ y con el objeto ya de definir la consistencia del sistema de juicios, finalmente se calculó el Radio de Inconsistencia de la siguiente manera:

$$\lambda_{\text{máx}} = 7.166245909$$

$$CI = \frac{7.166245909 - 7}{7 - 1} = 0.027707651$$

RI = 1.32 (De acuerdo a la Tabla del Índice de Aleatoriedad de Saaty, para n=7)

Entonces,

$$I_R = \frac{0.027707651}{1.32} = 0.020990645$$

Por último, habiendo ya conocido el valor del Radio de Inconsistencia, se analizó su valor, verificando que el intervalo en el cual se encuentra denota consistencia en la evaluación de los criterios, por lo cual, se tuvo facultad para continuar con el proceso de análisis jerárquico:

$$I_R \cong 0.02 \leq 0.10 \rightarrow \textit{Consistencia razonable}$$

h) Jerarquización final de los sistemas en función a la evaluación de los criterios

En ésta etapa, ya casi culminando con el proceso, nos dedicamos a cuantificar los 19 sistemas analizados en función a las tablas de jerarquización independiente, las mismas que fueron hechas previamente para cada uno de los criterios (Tablas N° 21 a la N° 27). Para ello, se tomaron los resultados obtenidos en cada tabla de análisis individual (tercera columna) por criterio en cuanto a nivel

de importancia, multiplicando cada valor de éstos por el valor de jerarquización asignado al criterio en tratamiento (Valores de la Matriz de Autovectores - $\tilde{\omega}$), según corresponda. De forma similar, se aplicó dicho mecanismo análogamente para cada sistema y por cada criterio, respectivamente.

TABLA 31: JERARQUIZACIÓN FINAL POR SISTEMA

#	SISTEMA	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio FF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio CF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DE	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DC	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio SH	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio IA	Jerarquización Final por Sistema
1	REDES DE ACERO	(0.0198)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.055201489
2	REDES DE POLIETILENO	(0.0297)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.053384600
3	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	(0.0495)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.03061)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.048641283
4	TRAMPAS DE SCRAPER	(0.0099)*(0.08772)	(0.04286)*(0.02935)	(0.00971)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.01613)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.015357294
5	SISTEMA DE REGULACION	(0.07921)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.07767)*(0.05692)	(0.05102)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.040781563
6	SISTEMA DE FILTRADO	(0.07921)*(0.08772)	(0.02857)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.06452)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.048177174
7	SISTEMA DE MEDICION	(0.05941)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.033884108
8	SISTEMA DE ODORIZACION	(0.05941)*(0.08772)	(0.04286)*(0.02935)	(0.09709)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.12162)*(0.32352)	(0.07843)*(0.20738)	0.085226783
9	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	(0.06931)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.03061)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.044981060
10	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	(0.0198)*(0.08772)	(0.07143)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.037902389
11	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	(0.0396)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.07843)*(0.20738)	0.065698388
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	(0.0495)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.09184)*(0.08772)	(0.02419)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.09804)*(0.20738)	0.068419334
13	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	(0.05941)*(0.08772)	(0.07143)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.00806)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.09804)*(0.20738)	0.065677458
14	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	(0.0099)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.039335353
15	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	(0.09901)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.08738)*(0.05692)	(0.10204)*(0.08772)	(0.06452)*(0.20738)	(0.09459)*(0.32352)	(0.15686)*(0.20738)	0.102058467
16	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	(0.06931)*(0.08772)	(0.08571)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.01613)*(0.20738)	(0.06757)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.050961927
17	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	(0.07921)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.03226)*(0.20738)	(0.06757)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.049012322
18	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	(0.09901)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.05825)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.04839)*(0.20738)	(0.09459)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.068352003
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	(0.0198)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.02419)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.026947006

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se ordenan los sistemas de forma descendiente en una tabla por nivel de importancia. Eso nos llevará al último paso del proceso de análisis de criticidad de activos.

i) Ranking de criticidad (listado final):

Por último, tomando como base a la última columna de la Tabla N° 31, denominada “Jerarquización Final por Sistema” para disponer los sistemas en orden descendiente de acuerdo al valor hallado en cada uno de éstos, y así, poder generar un ranking final de jerarquización por grado criticidad que los activos representan para la compañía; siendo el sistema que ocupa el primer lugar, el más crítico, y en consecuencia, aquel que requiere un mayor enfoque de las áreas involucradas.

**TABLA 32: RANKING FINAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS
POR VALORES DE JERARQUIZACIÓN**

SISTEMA	Jerarquización Final por Sistema	Ranking de Criticidad
SISTEMA DE CALENTAMIENTO	0.102058467	1
SISTEMA DE ODORIZACION	0.085226783	2
SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	0.068419334	3
SISTEMA DE INSTRUMENTACION	0.068352003	4
SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	0.065698388	5
SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	0.065677458	6
REDES DE ACERO	0.055201489	7
REDES DE POLIETILENO	0.053384600	8
SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	0.050961927	9
SISTEMA DE CONTROL LOCAL	0.049012322	10
VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	0.048641283	11
SISTEMA DE FILTRADO	0.048177174	12
SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	0.044981060	13
SISTEMA DE REGULACION	0.040781563	14
SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	0.039335353	15
SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	0.037902389	16
SISTEMA DE MEDICION	0.033884108	17
SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	0.026947006	18
TRAMPAS DE SCRAPER	0.015357294	19

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla N° 32, el sistema más crítico corresponde al Sistema de Calentamiento, lo cual amerita darle un tratamiento especial en comparación a otros. Para ello, en el siguiente punto se abordará, con mayor detalle, información relacionada con los diferentes Sistemas de Calentamiento que operan en el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao.

Reconocimiento del Sistema de Calentamiento de las Estaciones de Regulación de Presión del Gas Natural

Aterrizando a la realidad de la compañía el resultado obtenido en el Ranking Final de criticidad de activos, surge la oportunidad de aplicar alguna herramienta metodológica o técnica organizativa que permita gestionar de una mejor manera los aspectos que conciernen al mantenimiento y la operación del Sistema de Calentamiento por ser éste el sistema con mayor índice de criticidad conforme al análisis realizado y, en consecuencia, por la trascendencia que refleja sobre la tan ansiada continuidad ininterrumpida del servicio de distribución de gas natural.

Por tanto, es necesario resaltar por qué es importante que el Sistema de Calentamiento tenga alta disponibilidad y cuente con un funcionamiento oportuno. En efecto, su principal función es la de calentar el gas natural para mantener su temperatura dentro de los parámetros operacionales frente al Efecto Joule – Thomson, fenómeno en el que se produce la disminución del valor de la temperatura a causa de la expansión del gas natural (manteniendo la entalpía constante) al momento de reducir de la presión artificialmente (por medio del sistema de regulación de presión) para su entrega a los usuarios finales. De hecho, como ya sabemos, la temperatura del gas es una condición

crítica de operación, por lo tanto, juega un rol sustancial dentro del ámbito de la distribución por las siguientes razones fundamentales:

- Elimina la necesidad de contar con múltiples etapas de regulación en serie (para mitigar el salto brusco de presión con un solo equipo), con lo cual, se minimiza la probabilidad de fallas al tener menos equipos, y con ello, se logran reducir los costos de mantenimiento asociados, el espacio que ocuparían y la ingeniería de instalación.
- Las grandes variaciones en el valor de la temperatura que llega a las instalaciones de los clientes pueden afectar a los sistemas de medición de gas natural, por hacer más difícil la corrección volumétrica, dado que el factor de corrección que se aplica sobre el volumen medido (considerando la temperatura promedio de la red de distribución) podría no contar con la debida precisión, traduciéndose en cobros excesivos o, en su defecto, insuficientes. Cabe resaltar que este escenario se da en aquellos usuarios que no cuentan con equipos correctores (en la mayoría de casos), que dicho sea de paso, su costo de adquisición es relativamente grande.
- Existen equipos y dispositivos de manejo, control o consumo de gas natural que pueden desempeñar una operación deficiente o presentar trabamientos mecánicos al estar expuestos a temperaturas muy altas o muy bajas, por efecto de la dilatación o contracción de sus elementos constitutivos.
- Algunos equipos mecánicos por los que circula el gas natural funcionan con fluidos de trabajo, como por ejemplo, los lubricantes de los sistemas de medición rotativos. En cuanto a ello, la viscosidad de dichos fluidos puede verse afectada, variando

excesivamente sus valores a causa de las subidas y bajadas en la temperatura del gas.

- Ante una baja temperatura, ciertas partes blandas como empaques, elastómeros y o-rings pueden endurecerse y/o hacerse quebradizas ante el frío desmesurado (incluso llegar a congelarse), o por el contrario, ponerse demasiado suaves o fundirse ante el calor en exageración.
- Las temperaturas muy bajas podrían ocasionar que los hidratos, vapor de agua o cualquier sustancia líquida contenida en el gas natural, se congelen durante su paso por las tuberías y equipos instalados en la línea (a través de sus cavidades o conductos), formándose así en contaminantes del gas y desencadenando posibles atascamientos/bloqueos y deterioro a los dispositivos instalados en la línea a causa del impacto de las partículas sólidas (producto del congelamiento) sobre el interior de éstos; teniendo como desenlace la interrupción del suministro de gas natural.
- Las bajas temperaturas favorecen a la formación de líquidos en el sistema, al producirse la licuefacción de los elementos gaseosos más densos que componen al gas natural.
- Al circular gas natural frío, se puede incidir en un estado que se encuentre por debajo de la temperatura de punto de rocío, condición en la cual se produce la condensación del vapor de agua presente en el aire atmosférico, humedeciendo e incluso llegando a escarchar exteriormente las líneas de distribución incluyendo los equipos y dispositivos instalados en ellas. Al acontecer este fenómeno, se acelera el proceso de corrosión de la infraestructura comprometida, lo cual sería el punto de inicio para daños en los recubrimientos industriales, pérdidas de material, picaduras, etc. Asumiendo consecuencias tales como fugas de gas natural,

colapso de estructuras, superficies peligrosas ante el contacto humano, mala estética de las instalaciones, inoperatividad de sistemas mecánicos, interrupción del suministro, etc.

Como se puede notar en las líneas precedentes, la falta de control sobre la temperatura del gas natural puede incurrir perjudicialmente sobre la operación del sistema de distribución, dado que incide indirectamente sobre la medición de los volúmenes que circulan, el comportamiento de los equipos que forman parte del sistema de distribución y la integridad de la infraestructura en general, propiamente dicha. Por ello, es conveniente para la compañía disponer del gas a una temperatura cercana a las condiciones estándar (alrededor de 16°C) o al menos similar a la temperatura ambiente, sobre todo en los horarios que se registran mayores consumos.

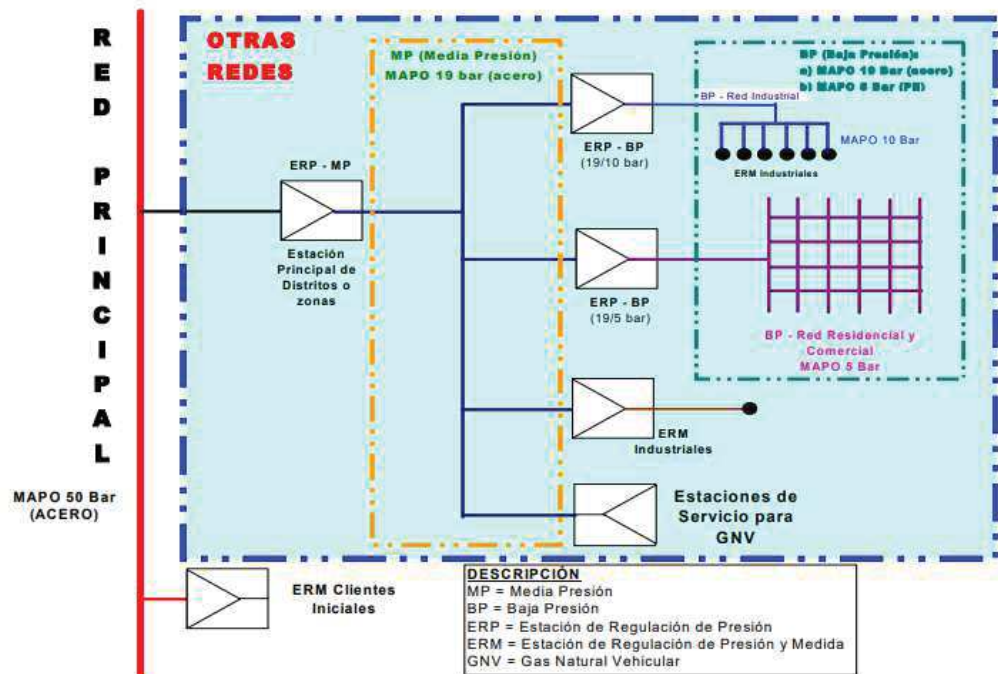
FIGURA 39: SISTEMAS DE CALENTAMIENTO INDIRECTOS DE BAÑO DE AGUA PARA CALENTAR GAS NATURAL A ALTA PRESIÓN EN EL CITY GATE LURIN – CÁLIDDA



Fuente: Elaboración Propia

De modo que, respecto a lo manifestado anteriormente, se pretende mitigar los riesgos de diversa índole asociados a una posible falla que pudiera presentarse en el Sistema de Calentamiento e impedir así su correcta operatividad. Por esa razón, procuraremos orientar nuestra mayor precaución en el correcto funcionamiento del Sistema de Calentamiento mediante la ejecución de un Plan de Mantenimiento Integral (denominado así dado que abarca todos los Sistemas de Calentamiento presentes en cada una de las Estaciones de Regulación de Presión ERP del Sistema de Distribución de Gas Natural de Lima y Callao, incluyendo los puntos de transferencia de custodia denominados City Gate).

FIGURA 40: ESQUEMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL



Fuente:

<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFH/PUBLICACIONES/PrincipiosTecnologicosdelSectordeGasNatural.pdf>

Para tal propósito, en primer lugar es primordial conocer la infraestructura con la que cuenta Cálidda en lo que a Sistemas de Calentamiento se refiere, así como definir un inventario de éstos, identificar sus nomenclaturas, ubicaciones, clases/tipos, especificaciones técnicas, características principales, etc. para luego poder gestionar correctamente el mantenimiento de cada uno de ellos, de acuerdo a lo que éstos requieran con relación al contexto operativo en el cual propiamente se desenvuelven. No obstante, es válido enfatizar nuevamente que el Sistema de Calentamiento forma parte de un conjunto al que se le denomina Estación de Regulación de Presión y Medición (ERP o ERM según corresponda), el cual engloba otros tipos de sistemas que trabajan de forma secuencial y que se pueden distinguir en 5 módulos fundamentales aparte de él como lo son: La Válvula de Ingreso, el Sistema de Filtrado, el Sistema de Regulación, Sistema de Medición y el Sistema de Alivio de Presión por Seguridad.

Por lo tanto, precediendo al inicio de la instauración del plan de mantenimiento integral aplicado a los sistemas de calentamiento, es propicio especificar el detalle acerca de los tipos de ERP y sus respectivas configuraciones de acuerdo a parámetros como caudal (Sm^3), presión (Barg) y diámetros mínimos (pulg). Así conoceremos a qué ERP nos enfrentamos ante las actividades de operación y el mantenimiento que requieren de forma rutinaria y/o no programada (correctivos, urgencias o emergencias, etc.). Asimismo, justamente es en base a los saltos de presión producidos por una ERP que se determina si ésta necesita o no la presencia de un Sistema de Calentamiento.

TABLA 33: TIPOS Y CONFIGURACIONES DE ERP'S

Tipo de ERP	Caudal (Sm ³ /h)	Presión (Barg)						Diámetros mínimos (Pulgadas-Nominal Pipe Size)			
		Ingreso			Regulada			Válvula Entrada	Filtrado	Regulación	Medición
		Diseño (Máx)	Clase ANSI	Operación (Máx/Mín)	Diseño (Máx)	Clase ANSI	Operación				
1	50000	50	#300	50/27	19	#150	19	8	8	8/10	10
2	50000	50	#300	50/27	19	#150	10	8	8	8/12	12
3	20000	50	#300	50/27	5	#150	5	6	6	6/10	10
4	20000	19	#150	19/10	5	#150	5	8	8	8/10	10
5	20000	19	#150	10/7	5	#150	5	10	10	10/10	10
6	50000	153	#900	120/39	50	#300	48	6	6	6/8	8
7	50000	100	#600	90/39	50	#300	48	6	6	6/8	8

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, es necesario también hacer el reconocimiento de todas y cada una de las Estaciones de Regulación de Presión y Medición instaladas en el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao hasta la fecha, así como una breve descripción particular de algunas de ellas. Ya posteriormente, se efectuará una recopilación sólo de aquellas que cuentan con Sistema de Calentamiento.

TABLA 34: LISTADO GENERAL DE ERP Y ERM (CLIENTES INICIALES) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO

ITEM	RECINTO	COMENTARIOS
1	CITY GATE LURIN	TRANSFERENCIA DE CUSTODIA
2	CITY GATE LURIN 2	TRANSFERENCIA DE CUSTODIA
3	ESTACION CAÑETE	TRANSFERENCIA DE CUSTODIA (ALIMENTACION CAÑETE)
4	ESTACION CHILCA 01	TRANSFERENCIA DE CUSTODIA (ALIMENTACION CT FENIX)
5	ESTACION CHILCA 02	TRANSFERENCIA DE CUSTODIA (ALIMENTACION CT)
6	ERP CHILCA 150/50	
7	ERP CHILCA 50/19	
8	ERP ATOCONGO 50/10	
9	ERP ATOCONGO 50/5	
10	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	
11	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	
12	ERP LA MOLINA 10/5	
13	ERP SURCO 50/10	
14	ERP SURCO 50/5	
15	ERP PRIALE 50/10	
16	ERP ATARJEJA 50/10	
17	ERP LURIN 50/5	
18	ERP SAN LORENZO 50/3	CLIENTE INICIAL
19	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	
20	ERP LIMA 50/10	
21	ERP PACHACUTEC 50/10	
22	ERP PACHACAMAC 50/5	
23	ERP OMICRON 10/5	
24	ERP LOS OLIVOS 19/5	
25	ERP SAN MARTIN 50/19	
26	ERP GAMBETTA 50/10	
27	ERP GAMBETTA 10/5	
28	ERP FUNCAL 50/5	
29	ERP EL AGUSTINO 50/10	
30	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	
31	ERP ARGENTINA 50/10	
32	ERP LA PAMPILLA 50/19	ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE
33	ERP MAQUINARIAS 50/19	
34	ERP MAQUINARIAS 19/10	
35	ERP MAQUINARIAS 19/5	
36	ERP MOCHICA 10/5	
37	ERP PUEBLO LIBRE 10/5	
38	ERP AEROPUERTO 19/5	
39	ERM CORPORACION CERAMICA 2	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
40	ERM ALICORP 02	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
41	ERM CERAMICA LIMA2/CORPORACION CERAMICA1	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
42	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
43	ERM ETEVENSA EDEGEL VENTANILLA	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
44	ERM ALICORP 01	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
45	ERM OWENS ILLINOIS VINSA	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)
46	ERM CERAMICA LIMA 1	CLIENTE INICIAL (ESTACION UBICADA EN PREDIO DEL CLIENTE)

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, hasta el momento, se cuenta con una totalidad de 46 Estaciones de Regulación de Presión y Medición, las cuales se encuentran ubicadas en diversos puntos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao y cuya función principal es alimentar de gas natural en alta, media o baja presión a los diferentes clúster, ramales, redes de distribución e incluso directamente a los usuarios finales, como es el caso de los clientes iniciales e independientes. Las características de estas estaciones varían de acuerdo a los niveles de presión de entrada, presión regulada y caudales a suministrar. Estas estaciones se encuentran delimitadas por las válvulas de ingreso y salida, las cuales también forman parte de la estación y se encuentran aisladas de la infraestructura enterrada mediante juntas dieléctricas instaladas en las bridas, con la finalidad de evitar pérdidas en el sistema de protección catódica a través de los pozos a tierra.

Una vez determinado lo anterior, ya como siguiente paso procedemos a reconocer sólo aquellas estaciones que por su naturaleza de funcionamiento demanden la presencia de un Sistema de Calentamiento, esto es, en aquellos casos donde la caída de presión inducida sea tal que se requiera precalentamiento del gas, previo a su paso por el skid de regulación.

TABLA 35: RELACIÓN DE ESTACIONES DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN QUE CUENTAN CON AL MENOS UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PREVIO PARA EL GAS NATURAL

ITEM	RECINTO	CANT. CALENTADORES
1	CITY GATE LURIN	3
2	CITY GATE LURIN 2	3
3	ERM ALICORP 01	2
4	ERM ALICORP 02	2
5	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	2
6	ERP ARGENTINA 50/10	1
7	ERP ATARJEA 50/10	2
8	ERP ATOCONGO 50/10	1
9	ERP ATOCONGO 50/5	1
10	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	1
11	ERP CHILCA 150/50	2
12	ERP CHILCA 50/19	2
13	ERP EL AGUSTINO 50/10	1
14	ERP FUNCAL 50/5	1
15	ERP GAMBETTA 50/10	1
16	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	1
17	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	1
18	ERP LA PAMPILLA 50/19	2
19	ERP LIMA 50/10	1
20	ERP LURIN 50/5	2
21	ERP MAQUINARIAS 50/19	3
22	ERP PACHACAMAC 50/5	2
23	ERP PACHACUTEC 50/10	1
24	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	1
25	ERP PRIALE 50/10	1
26	ERP SAN LORENZO 50/3	3
27	ERP SAN MARTIN 50/19	2
28	ERP SURCO 50/10	1
29	ERP SURCO 50/5	1
30	ESTACION CAÑETE	2
31	ESTACION CHILCA 01	2

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, todas aquellas ERP que desarrollan un salto abrupto entre la presión de ingreso y la de salida (presión regulada) con un intervalo mayor o igual a 30 bar, como lo son 150/50, 50/19, 50/10, 50/5 y 50/3, poseen Sistema de Calentamiento, dado que, como ya hemos enunciado anteriormente, el precalentamiento del gas natural ayuda a mitigar el Efecto Joule Thompson (caída de temperatura), compensando el enfriamiento generado por el cambio brusco de presión, y de paso, eludir todas las consecuencias que este fenómeno trae consigo. Bajo este esquema, no se deberá considerar la etapa de calentamiento de gas para las estaciones de los tipos 4 ni 5, definidas según la Tabla N° 33.

Por otro lado, con miras a mejorar la gestión del mantenimiento de los calentadores, en principio, es oportuno poder agruparlos de cierta forma a fin de disminuir la dispersión que se genera al tratarlos individualmente, por ello, en esta oportunidad consideramos conveniente poder clasificarlos en base a rangos de capacidad de los calentadores (BHP) propiamente dicho. De esta manera, es posible administrar mejor su tratamiento de acuerdo a las exigencias técnicas que caracteriza a cada conjunto (clase de calentador).

TABLA 36: TABLA DE CLASIFICACIÓN DE CALENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CLASIFICACION		TIPO SISTEMA DE RECIRCULACION	CANTIDAD DE AGUA NECESARIA PARA EL SISTEMA (Litros)
CLASE	RANGO DE CAPACIDAD		
Clase I	De 0 a 3 BHP	Forzada	1,000
		Natural	
Clase II	De 4 a 11 BHP	Forzada	1,500
		Natural	
Clase III	De 12 a 90 BHP	Forzada	2,000
		Natural	
Clase IV	De 91 a 150 BHP	No aplica (No posee intercambiador de calor)	30,000

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, es preciso señalar que, de forma genérica, el Sistema de Calentamiento está compuesto básicamente por los siguientes subsistemas y componentes (las instalaciones podrán contar con uno o más de los elementos indicados) más resaltantes:

- **Calentador**

- Carcasa
- Refractario
- Tubo radiante
- Serpentín /Haz de tubos (en caso aplique)
- Válvula de purga
- Válvula de alivio
- Chimenea
- Damper regulador de tiro en chimenea
- Base refractaria
- Estructura metálica de soporte para calentador
- Instrumentación y control
- Aislamiento térmico

- **Intercambiador de calor tipo BEU (coraza y tubos)**

- Coraza
- Boquilla para válvula de alivio
- Haz de tubos
- Deflectores
- Placa para soporte de tubos (incluye varillas para sostenimiento de deflectores y placa de soporte de tubos, propiamente)
- Brida de coraza
- Junta del circuito de agua
- Junta del circuito de gas
- Boquillas de entrada y salida de agua
- Cabezal de tubos (separación de los circuitos de agua y gas)

- Placa de separación de flujo (gas frío y gas caliente)
- Cabezal de intercambiador
- Base metálica de soporte
- Boquilla de purga
- Válvula de alivio

- **Sistema de alimentación de gas (línea principal y línea piloto)**
 - Válvulas de regulación primaria para reducir la presión de ingreso de 153-39 barg o de 50-39 barg hasta el valor de presión requerido por el quemador
 - Válvulas de seguridad tipo shut-off para cierre de la línea principal de gas (actuada)
 - Medidor de flujo de gas natural
 - Válvula de alivio de presión
 - Pre-calentador eléctrico para el gas
 - Válvulas de venteo para las líneas principales de ventilación
 - Válvulas esféricas manuales para el aislamiento de la línea principal
 - Filtro de gas
 - Interruptores de presión de alta (presostato de alta)
 - Interruptores de presión de baja (presostato de baja)
 - Válvula modulante
 - Válvulas solenoide
 - Sistema de medición de flujo de gas
 - Restrictor de flujo de gas
 - Válvula mariposa
 - Indicadores y/o transmisores de presión de gas
 - Indicadores y/o transmisores de temperatura de gas
 - Válvula reguladora de presión para la línea del piloto
 - Válvulas de seguridad tipo shut-off para el cierre de la línea del piloto en modo de falla cerrada

- Válvulas de venteo de modo de falla abierto para la línea de ventilación del piloto
 - Válvulas esféricas manuales para el aislamiento de la línea del piloto
 - Red de tuberías de interconexión de gas
 - Accesorios menores tales como uniones universales, codos, reducciones, juntas, etc.
- **Sistema de alimentación de aire**
 - Ventilador para inyección de aire de combustión (centrífugo o turbina)
 - Motor TEFC para ventilador (aire de combustión)
 - Filtro de aire
 - Válvulas actuadas para restricción de flujo de aire
 - Medidor de flujo de aire
 - Válvulas de regulación de presión de aire
 - Indicadores y/o transmisores de presión de aire
 - Interruptores de presión de aire (presostatos)
 - Discos de aire primario
 - Discos de aire secundario
 - Accesorios menores tales como uniones universales, codos, reducciones, juntas, etc.
- **Quemador, Sistema de encendido y Control de Flama**
 - Quemador a gas natural (puede ser del tipo aire a presión o atmosférico)
 - Válvula integral para control de ratio aire/combustible
 - Actuador modulante para el quemador
 - Piloto de encendido
 - Programador de encendido
 - Electrodo de ionización (sensor de flama)
 - Fococelda UV

- Electrodo de ignición (chispa)
- Transformador de ignición (encendido)
- Amplificador de ionización
- Controlador de flama
- Alarma sonora y visual (100 dB)

- **Sistema de recirculación de agua (para calentadores con recirculación forzada)**
 - Electrobombas de recirculación
 - Electrobombas de inyección
 - Válvulas de corte de agua
 - Tanque de expansión de agua para el sistema
 - Tanque hidroneumático
 - Válvulas check (anti-retorno)
 - Red de tuberías de interconexión de agua
 - Indicador y/o transmisor de nivel de agua para tanque de alimentación
 - Indicadores y/o transmisores de temperatura de agua
 - Indicadores y/o transmisores de presión de agua
 - Válvula de alivio

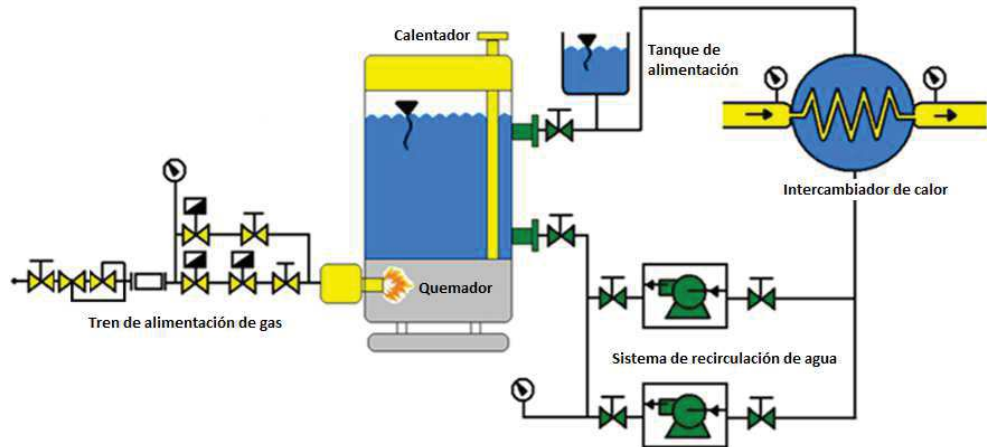
- **Sistema de Instrumentación y Control**
 - Indicadores y/o transmisores de presión del agua del calentador
 - Indicadores y/o transmisores de temperatura del agua del calentador
 - Indicador y/o transmisores de nivel de agua
 - Indicador y/o transmisor para medición de la temperatura de los gases de combustión
 - Interruptores de temperatura de agua (termostatos de alta y baja temperatura)
 - Gabinete del panel de control con rieles DIN

- HMI montada en el panel de control (interfaz de usuario)
- Sistema de control y gestión del quemador (BMS – Burner Management System) basado en un PLC o microprocesador, con pantalla digital montada en la puerta
- Detector de mezcla explosiva
- Detector de flama (entorno)
- Detector de humo

- **Sistema Eléctrico**
 - Tablero eléctrico
 - Dispositivos eléctricos/electrónicos como: Interruptores trifásicos, interruptores monofásicos, contactores, guarda motores, relés, transformadores, auto-transformadores, estabilizador, selectores, temporizadores, porta-fusibles, borneras, canaletas, LED de señalización, cajas de paso, cableado en general, entre otros.
 - Sistema de puesta a tierra

- **Sistema de Control Local, Comunicaciones y SCADA**
 - Controlador lógico programable (PLC)
 - Módulo de conversión MODBUS RTU
 - Cableado estructurado interno
 - Consolas, impresoras, CPU, periféricos, monitores, etc. del SCADA
 - Multiplexores
 - Tarjeta de entrada digital
 - Tarjeta de entrada analógica
 - Tarjeta salida digital
 - Tarjeta de salida analógica
 - Tarjeta de termopares
 - Fibra óptica

FIGURA 42: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL



Fuente: Elaboración: Propia.

Por otra parte, a fin de comprender el funcionamiento y el entorno operativo de los sistemas de calentamiento, es fundamental poder reunir el detalle técnico de cada uno de los ejemplares listados en la Tabla N° 35, información necesaria para conocer los parámetros operacionales dentro de los cuales éstos deben trabajar.

TABLA 37: DETALLE TÉCNICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO

UBICACION	RECINTO	POSICION	CALENTADOR				QUEMADOR			
			MARCA	MODELO	N'SERIE	CAPACIDAD	MARCA	MODELO	N'SERIE	CAPACIDAD
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-11001-A	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-11001-B	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	H-11001-C	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-21001	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-21002	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	H-21003	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEUC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1197	30,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	42891	40,000 kcal/h
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1281	182,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXHB	48770	25,000 kcal/h
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	INTESA	INT 1680	020850214	450 GLS	POWER FLAME BURNER	J50A-15	031383237	-
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14110-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5707	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-208	14580-6	208,000 kcal/h	EQA	91-28	5706	300,000 kcal/h
GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01	ERP SURCO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1175	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	41243	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01	ERP SURCO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1106	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXL	39115	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01	ERP LIMA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14100-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5709	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-260	TP 2390-THV-M002	85,000 kcal/h	RIELLO	R5 34MZ	02175005284	390 kW
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-260	TP 2390-THV-M002	85,000 kcal/h	RIELLO	R5 34MZ	02175005288	390 kW
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1523	155,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXH	52093	200,000 kcal/h
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	VTA	1522	155,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXH	52058	200,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1059	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34578	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	143	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34577	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	VTA	1067	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXLB	41013	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01	ERP GAMBETTA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1218	520,000 kcal/h	AUTO-QUEM	HXH	44738	700,000 kcal/h
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	AH-14152	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02176005013	550 kW
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	4800026825	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02176005007	550 kW
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1054	150,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXL	34584	160,000 kcal/h
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1053	150,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXL	34585	160,000 kcal/h
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	EQUIPOS TERMICOS	CV35	P3017-04	350 kW	BALTUR	TBG 45 60HZ	9156510	667 kW
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1268	182,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXHB	48287	250,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1046	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34574	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1058	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34582	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	SANTILLI SA	RX SANTILLI	-	18,500 kcal/h	SAN FRANCISCO	SFS-16	10779	19,500 kcal/h
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	SANTILLI SA	RX SANTILLI	-	18,500 kcal/h	SAN FRANCISCO	SFS-16	10778	19,500 kcal/h
GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	ERP ARGENTINA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14090-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5710	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1047	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34583	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1048	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34580	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01	ERP EL AGUSTINO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1215	104,000 kcal/h	AUTO-QUEM	MXL	43814	140,000 kcal/h
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01	ERP FUNCAL 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1166	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXLB	41012	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01	ERP PRIALE 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1172	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	41242	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	HOVAL	ULTRA-GAS (450)	11-013-4	450 kW	EBMPAPST	G3B250-GN 4401	1123000T03	-
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	HOVAL	ULTRA-GAS (450)	47-013-15	450 kW	EBMPAPST	G3B250-GN 4401	1134004X06	-
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1127	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	39116	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TERMAQ	PY-50T-AGP	-	50 BHP	ECOSTAR	ECO-30-GC2A	1230227	700 kW
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TERMAQ	PY-50T-AGP	-	50 BHP	ECOSTAR	ECO-30-GC2A	1230228	700 kW
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-41001	-	12,000 sm ³ /h	-	-	-	-
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-41001	-	12,000 sm ³ /h	-	-	-	-
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-682	4800028809	668,000 kcal/h	RIELLO	RS 64/E MZ	02057005089	850 kW
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-682	4800028889	668,000 kcal/h	RIELLO	RS 64/E MZ	02057005090	850 kW
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	001-16	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02286005363	550 kW
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	002-16	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02037005090	550 kW
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	HEATEC	HCI-3010-25	H16-202	-	POWER FLAME BURNER	C3-G-25BHTD	121662101	-
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	HEATEC	HCI-390-25	H16-203	-	POWER FLAME BURNER	C3-G-25BHTA	121662100	-

Fuente: Elaboración propia.

Por último, una vez que ya se ha discutido acerca de la constitución de la ERP y del sistema de calentamiento resaltándolos como una articulación sustancial para un buen manejo del proceso de distribución de gas natural, se han reconocido los ejemplares que fundan el Sistema de Distribución en Lima y Callao, y se han expuesto algunos de los parámetros y condiciones de operación, es ahí cuando procedemos con la codificación de cada uno de los Sistemas de Calentamiento y sus componentes, como primer requisito para poder dar inicio a la implementación del plan de mantenimiento integral.

Codificación y Catalogación del Sistema de Calentamiento del Gas Natural y Componentes

Como último paso de la primera fase del presente informe, llevaremos a cabo la codificación de cada uno de los Sistemas de Calentamiento identificados, así como de sus principales componentes reconocidos con la finalidad de llevar un orden en la gestión del mantenimiento de los mismos. Hacer uso de esta útil herramienta beneficiará a los procesos de operación y mantenimiento del Sistema de Calentamiento a través de los siguientes aspectos, específicamente:

- Brindar a los diferentes Sistemas de Calentamiento y sus respectivos componentes, una dirección donde ubicarlos y un nombre con el cual se les pueda identificar, lo cual permite un mejor control y conocimiento sobre todas las instalaciones.
- Localizar a rápidamente la información asociada con el código del equipo/componente que se desea operar y/o mantener, como por ejemplo: características técnicas, documentación de importancia, repuestos, etc.
- Encontrar físicamente con rapidez el equipo que se desea operar y/o mantener.

- Asignar al código de equipo los costos asociados con la operación y/o mantenimiento del mismo para una mejor evaluación de gastos.
- Disponer de un histórico de reparaciones y recursos empleados (horas hombre ocupadas en mantenimiento, servicios externos, materiales, repuestos, etc.) en el equipo/componente.

En esta oportunidad, para los Sistemas de Calentamiento y sus componentes, se hará uso y aprovechamiento de la codificación proporcionada por el sistema de información SAP módulo PM, software ERP utilizado por la compañía para planificación de recursos empresariales de manera integral. Es por ello que, un beneficio adicional es que el hecho de contar con todos los sistemas y equipos codificados, hace posible ejecutar de forma óptima todas las transacciones ofrecidas por el sistema SAP, con lo cual mejora considerablemente la gestión de los activos.

Es así que, siguiendo la estructura SAP, para los Sistemas de Calentamiento nos acogeremos a la codificación que se obtiene del mencionado sistema, la misma que se traduce en lo que se denomina "Ubicación Técnica". Cabe resaltar que con el SAP también es posible manejar los activos a un grado más profundo como son los "Equipos", que consisten en objetos técnicos que pueden ser instalados en una determinada Ubicación Técnica (Ejm.: Válvulas, transmisores, detectores, etc.); sin embargo, por efectos de la disposición y organización del Plan de Mantenimiento que se tiene previsto elaborar, no es necesario llegar hasta ese nivel de ordenamiento.

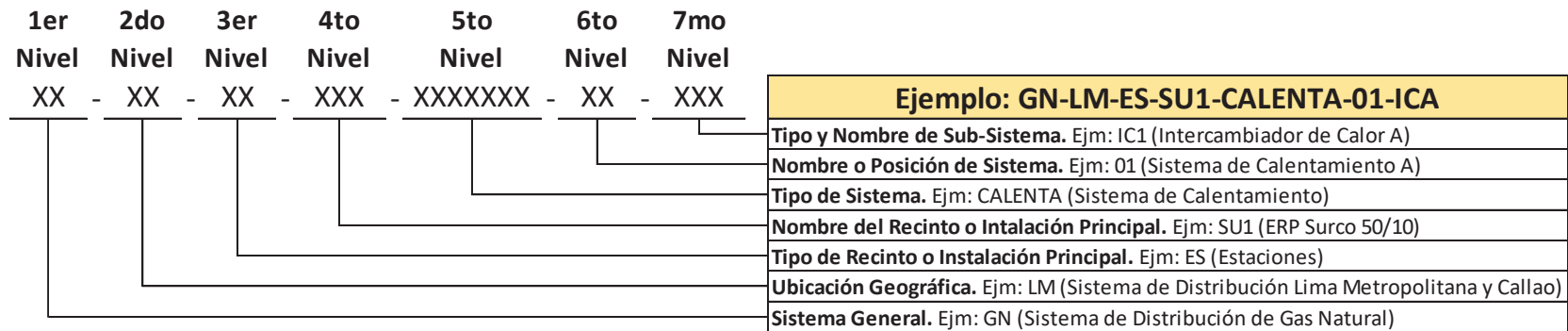
Las Ubicaciones Técnicas representan un área de algún sistema y para el presente caso, sus códigos pueden ser denotados hasta en 7 niveles jerárquicos de diversos caracteres bajo un esquema establecido por el SAP, dependiendo del grado de sumersión hasta el que se requiera llegar progresivamente dentro del sistema que se está analizando.

Asimismo, es importante resaltar que su planteamiento se basa en los siguientes criterios:

- Funcional.- Ejm: Sistema de Distribución de Gas Natural
- Relativos al proceso.- Ejm: Sistema de Calentamiento
- Espacial.- Ejm: Sistema de Calentamiento A

De esta manera, se procede con la generación de las Ubicaciones Técnicas para los Sistemas de Calentamiento y sus respectivos subsistemas (Calentador, Intercambiador de Calor, Sistema de Alimentación de Gas, Sistema de Alimentación de Aire, etc.) en base a lo detallado en el punto anterior y tomando como nivel de partida el Sistema de Distribución de Gas Natural propiamente, siguiendo con la ubicación geográfica, luego el nombre del recinto, y así sucesivamente hasta llegar al último nivel reconocido y requerido de acuerdo a la particularidad y coyuntura del proceso de mantenimiento que se está analizando.

FIGURA 43: DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURA DE NIVELES PARA LAS UBICACIONES TÉCNICAS



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que la forma en que se aplicó el sistema de codificación fue enfocada especialmente en los Sistemas de Calentamiento y sus componentes; no obstante, también fue efectuado dejando abierta la posibilidad de replicar el mismo proceso en un futuro con todas las instalaciones, recintos, sistemas, sub-sistemas, etc. que conforman el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao. Es así que las Ubicaciones Técnicas conferidas a los activos reconocidos en esta ocasión, se encuentran sujeta a la expansión de las mismas por adición de posiciones.

FIGURA 44: ESTRUCTURA CODIFICADA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

UBICACION TECNICA / CODIFICACION	DESCRIPCION
GN	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL
GN-LM	SISTEMA DE DISTRIBUCION LIMA METROPOLITANA Y CALLAO
GN-LM-ES	<i>ESTACIONES DE REGULACION Y MEDICION</i>
GN-LM-ES-CGA	<u>CITY GATE LURIN</u>
GN-LM-ES-CGA-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, una vez que se han reconocido y nominado los Sistemas de Calentamiento junto con sus principales Sub-Sistemas al mismo tiempo que también éstos han sido ubicados y dispuestos a través de las Ubicaciones Técnicas en el contexto del Sistema de Distribución de Gas Natural y su respectivo desglose de sub-divisiones, es posible proceder con la instauración de alguna metodología en la búsqueda de estructurar y organizar correctamente la gestión del mantenimiento de los equipos.

3.1.2 Fase II: Implantación de la Metodología RCM

Proposición de Metas y Justificación en base a los Objetivos Empresariales

Lo que se busca con ésta orientación específica hacia los Sistemas de Calentamiento, es que al asegurar su correcta y oportuna operatividad, estemos justificando un beneficio para a la compañía Cálidda, al garantizar la conservación de la infraestructura de las diferentes estaciones que conforman el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, así como la continuidad del servicio de distribución dentro de los términos y condiciones de calidad estipuladas en los reglamentos y normas aplicables, de manera que pueda afianzarse como una empresa comprometida y responsable en todos los aspectos. ¿Cómo lograrlo? Utilizando alguna metodología que, al ser vertida sobre la gestión del mantenimiento del Sistema en referencia, ayude a reforzar la aplicación de los pilares sobre los que se asienta la compañía, de acuerdo a lo establecido en la Política de Sostenibilidad, estrategia corporativa propuesta por la Dirección General y la Dirección de Gestión de Personas y Seguridad. Tomando algunos de los lineamientos, se agregaría valor de la siguiente forma:

- **Proteger la seguridad y la salud de todos los colaboradores, identificando los peligros, evaluando y valorando los riesgos, y estableciendo controles:** Tal y como se hizo en el análisis de criticidad (Capítulo I), es necesario priorizar la integridad de la persona por encima de todo. Para ello, se deben identificar las condiciones sub estándar que puedan generarse producto de la falla del Sistema de Calentamiento, así como durante su intervención, ya sea para operación o mantenimiento del mismo.

- **Gestionar de manera temprana, proactiva y bajo principios de prevención los riesgos e impactos que puede generar la operación:** Se debe buscar la manera de mitigar la materialización de los riesgos mediante controles continuos a los sistemas/componentes con mayor criticidad. Eso lo lograremos reconociendo las consecuencias que las fallas del Sistema de Calentamiento acarrearán consigo.
- **Contribuir con el desempeño ambiental, la prevención de la contaminación y la protección del ambiente en el desarrollo de las actividades:** Al conservar en buen estado el equipamiento del Sistema de Calentamiento, optimizamos su funcionamiento y evitamos directa o indirectamente la contaminación del ambiente (Emisión de gases contribuyentes al efecto invernadero por mala combustión, generación de residuos por mantenimiento correctivo, consumo excesivo de agua por fugas, consumo de papel para la gestión del mantenimiento, etc.).
- **Mantener un relacionamiento cercano para generar confianza con los grupos de interés a través de una comunicación estratégica:** A través de un flujo comunicativo cálido y eficaz entre los stakeholders podremos sembrar una cultura que permita a los interesados involucrarse más en el negocio, de tal forma que esto se manifieste por medio de una acertada operación del Sistema de Calentamiento.
- **Contribuir al desarrollo social y económico responsable en las comunidades donde operamos:** Cálidda tiene la responsabilidad de establecer una buena convivencia con la sociedad en la que se desempeña. Esto es, otorgar la tranquilidad necesaria durante sus operaciones a los grupos aledaños que coexisten con infraestructura de la compañía, de esa manera estará optimizando

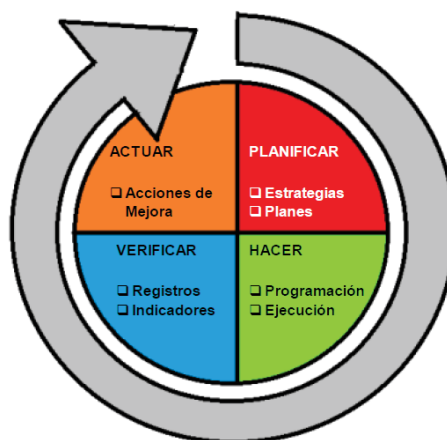
su situación competitiva y su valor añadido. Para ello, es necesario establecer controles que puedan aplacar cualquier elemento que pueda interferir con la armonía creada entre ambas partes, como por ejemplo, fugas de gas significativas, ruidos excesivos emitidos por los equipos, emisión de gases de combustión tóxicos y contaminantes, mala disposición final de los residuos sólidos y/o líquidos, entre otros.

- **Buscar continuamente la satisfacción de nuestros clientes en el sector energético, y brindar información oportuna, confiabilidad y rentabilidad a los accionistas:** Ofrecer a nuestros clientes un suministro ininterrumpido de gas natural y en condiciones de alta categoría, hará que éstos estarán satisfechos con el servicio recibido, lo que significa que se podrá asegurar la continuidad del negocio y de paso que los accionistas tengan la completa certeza que es una industria con viabilidad de beneficio. Esto se logrará mediante una apropiada gestión del mantenimiento y confiabilidad de las instalaciones.
- **Dar cumplimiento a la legislación aplicable y a los compromisos suscritos por Cálidda:** Estar alineados con la normativa vigente hará que sea vista como una compañía consecuente a su naturaleza de responsabilidad y compromiso con el Estado en general y las autoridades competentes. Por ese motivo, es necesario cumplir de forma estricta con exigencias regulatorias y reglamentarias que inciden sobre la organización, especialmente, por las repercusiones que puedan ocasionar cualquier falta o acción perjudicial. Por ello, se debe evitar incumplimientos de cualquier ley, estatuto u obligación contractual y de cualquier requisito de seguridad, que pueda tener como consecuencia para la empresa algún tipo de multa, demanda o penalidad. Para nuestro caso, por ejemplo, el incumplimiento del

plan de mantenimiento que se envía a los entes reguladores y fiscalizadores podría generar el pago de sanciones, lo cual sería un perjuicio directo de carácter económico. Por otro lado, un ejemplo de perjuicio indirecto sería el hecho de no ejecutar el mantenimiento en su debido momento, lo cual resta protección y confiabilidad a la infraestructura, trayendo como consecuencia que en algún momento podría presentarse alguna falla que produzca un corte de suministro, lo cual significaría un incumplimiento al reglamento en el que se tiene la obligación de brindar un suministro continuo de gas natural.

Asimismo, si de forma especial nos sumergimos en este último punto, el cual trata acerca de los ámbitos regulatorio, normativo y legal, podemos notar que existe una infinidad de resoluciones de diversa naturaleza establecidas para guiar la industria del gas natural, y siendo más específicos aún, las dirigidas a la actividad de distribución; siendo ésta última la de interés para la presente investigación y en la cual resaltan acuerdos tales como el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (aprobado mediante D.S. N° 042-99-EM) y el Contrato Boot Concesión de la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en Lima y Callao, los cuales fijan una serie de puntos que definen la idiosincrasia del proceso.

FIGURA 45: CICLO PHVA APLICADO A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

En resumen, contemplando de forma global las obligaciones reglamentarias, normativas y metas propias que la organización debe cumplir, al implantar una mejora en la gestión de mantenimiento del Sistema de Calentamiento, se obtiene favorecimiento, en líneas generales, al proponer los siguientes objetivos principales:

- Conservar el Sistema de Distribución de Gas Natural, en condiciones adecuadas para su operación eficiente, garantizando la calidad, continuidad y oportunidad del servicio.
- Alcanzar una disponibilidad de Red de Distribución como mínimo del 99% para un año continuo, evitando la ocurrencia de paros no programados.
- Hacer una correcta medición del gas natural suministrado, y por ende, esto se evidencie en una facturación acertada.
- Entregar gas natural con la temperatura adecuada de operación, lo cual evitará gastos futuros en mantenimiento correctivo por las consecuencias negativas que podría representar su falta de control.

- Promover un desarrollo sostenible y sustentable, a través de la preservación del buen estado del ambiente, implementando procedimientos de mantenimiento que contemplen mantener la calidad del agua, aire y emisiones, así como el impacto sobre la biodiversidad por concepto de ruido; lo cual que permita controlar el nivel de contaminación y que se encuentre dentro de los valores máximos aceptables.
- Lograr la mejora continua del proceso siguiendo los pasos del Ciclo PHVA en busca del amento de la eficacia, eficiencia y flexibilidad del proceso, mediante el establecimiento de los criterios y estructuras generales en base a los cuales se realizarán las actividades de planeación, programación, ejecución y control del mantenimiento.

Por tanto, viéndolo desde cualquiera de los puntos de vista antes referidos, el correcto funcionamiento del Sistema de Calentamiento que se ve refleja a raíz de un adecuado manejo del mantenimiento del mismo, sirve como punto de partida para contribuir tanto a conservar en buen estado la infraestructura del sistema de distribución como a brindar un servicio de calidad; convirtiéndose así en un aspecto clave para que la empresa ratifique su posición en el mercado, para que sea sostenible, sustentable y perdurable en el tiempo, y para que solidifique su prestigio ante las partes interesadas. Tomando esto como base, vamos camino hacia la meta de implementar un Plan de Mantenimiento Integral cimentado en alguna metodología, el cual pueda establecer las pautas necesarias para obtener una temperatura de operación apropiada para el gas natural a ser distribuido.

Es por ello que, particularmente para nuestro caso, se ha determinado como mejor opción basar el Plan de Mantenimiento Integral del Sistema de Calentamiento en la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), dado que ésta ayuda a reconsiderar el enfoque del mantenimiento en su totalidad tras el análisis de las probables fallas,

ofreciendo beneficios que guardan cierta ventaja sobre otras metodologías (Six Sigma, Lean Manufacturing, Mantenimiento Productivo Total, etc.) y que se alinean acertadamente a las necesidades de la compañía, tales como:

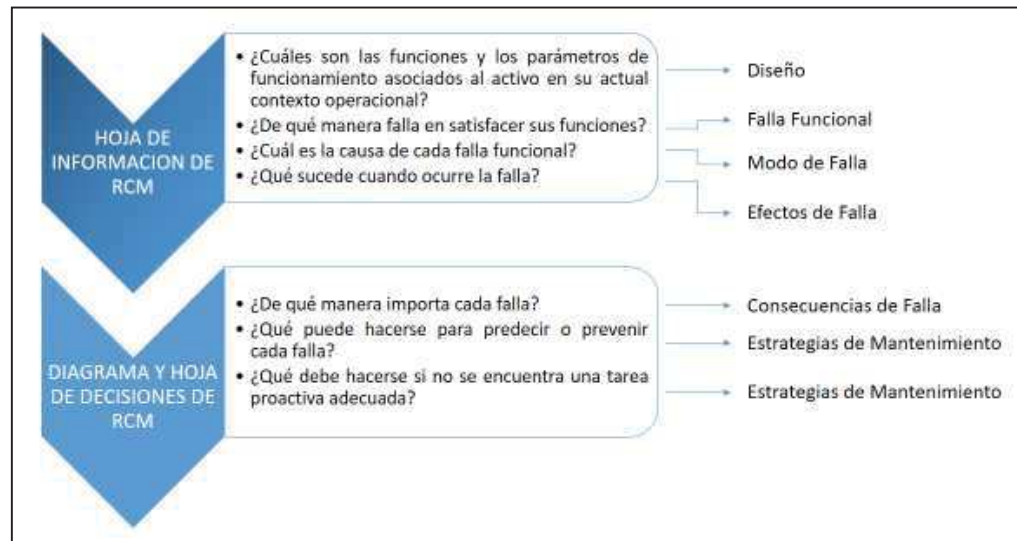
- Disminuir los costos generados por mantenimiento preventivo rutinario.
- Hacer que prevalezca en lo posible el uso de técnicas predictivas por sobre la sustitución preventiva rutinaria.
- Disminuir la necesidad de contratación externa de mantenimiento y la dependencia logística de los fabricantes.
- Permite conocer de una mejor manera los requerimientos del cliente interno.
- Definir de forma consensuada los niveles de calidad del servicio.
- Ayuda a reducir el número de averías con especial concentración en aquellas que afectan al servicio brindado.
- Mejora la comunicación entre las áreas de mantenimiento y operaciones, reforzando los lazos de compañerismo y trabajo en equipo.
- Incrementa la disponibilidad por menor ejecución de actividades preventivas y correctivas.
- Eliminación de “fallos crónicos” que representan un problema latente para el área de operaciones.
- Reduce el tiempo empleado en paradas programadas para grandes revisiones.

- Promueve el alargamiento de intervalos de tiempo entre paradas gracias a los seguimientos predictivos.
- Favorece a la reducción de los tiempos de reparación por un mejor conocimiento técnico del sistema que se está tratando.
- Se enfoca en afianzar la seguridad integral del personal así como preservar el ambiente en óptimas condiciones.
- Análisis de fallos ocultos y la causa raíz, los cuales usualmente no se acostumbra revisar durante las actividades rutinarias.
- Reducción de probabilidad de fallas múltiples, tratando así de asegurar un servicio continuo.
- Aprecia todas las “mantecnologías” actuales, lo que hace considerarlo un método totalmente vigente.
- Implica a todo el personal, fortaleciendo los conocimientos en temas relacionados al funcionamiento de las instalaciones, equipos y el impacto que éstos reflejan sobre el entorno. Produce una clara oportunidad de capacitación y entrenamiento a los involucrados, convirtiéndose así en una herramienta motivadora y retadora para los colaboradores.
- Exterioriza y demuestra, no sólo mejoras en el mantenimiento, sino problemas colaterales tales como la falta de documentación, información, etc.; contexto donde se implementa y/o mejora la documentación de evidencia durante el proceso de instauración, formando así un sistema auditable por terceros y de esta manera fomentar una cultura de ética y transparencia.

- En principio tiene que mejorar la fiabilidad del equipo o sistemas. La mejora de costes y disponibilidades puede derivarse también del proceso.
- Sirve para definir actuaciones de mejora difíciles de identificar por otros métodos.

El desarrollo y aplicación del RCM está orientado para atacar las fallas, y se basa en el cuestionamiento de 7 preguntas básicas, cuyas respuestas servirán para guiarnos a determinar las causas, efectos y consecuencias de las fallas, para luego seleccionar actividades que busquen prevenirlas. Estas preguntas están diseñadas para mantener la función para la cual fueron adquiridos los equipos, teniendo en cuenta el costo/beneficio re efectuar las actividades de mitigación propuestas.

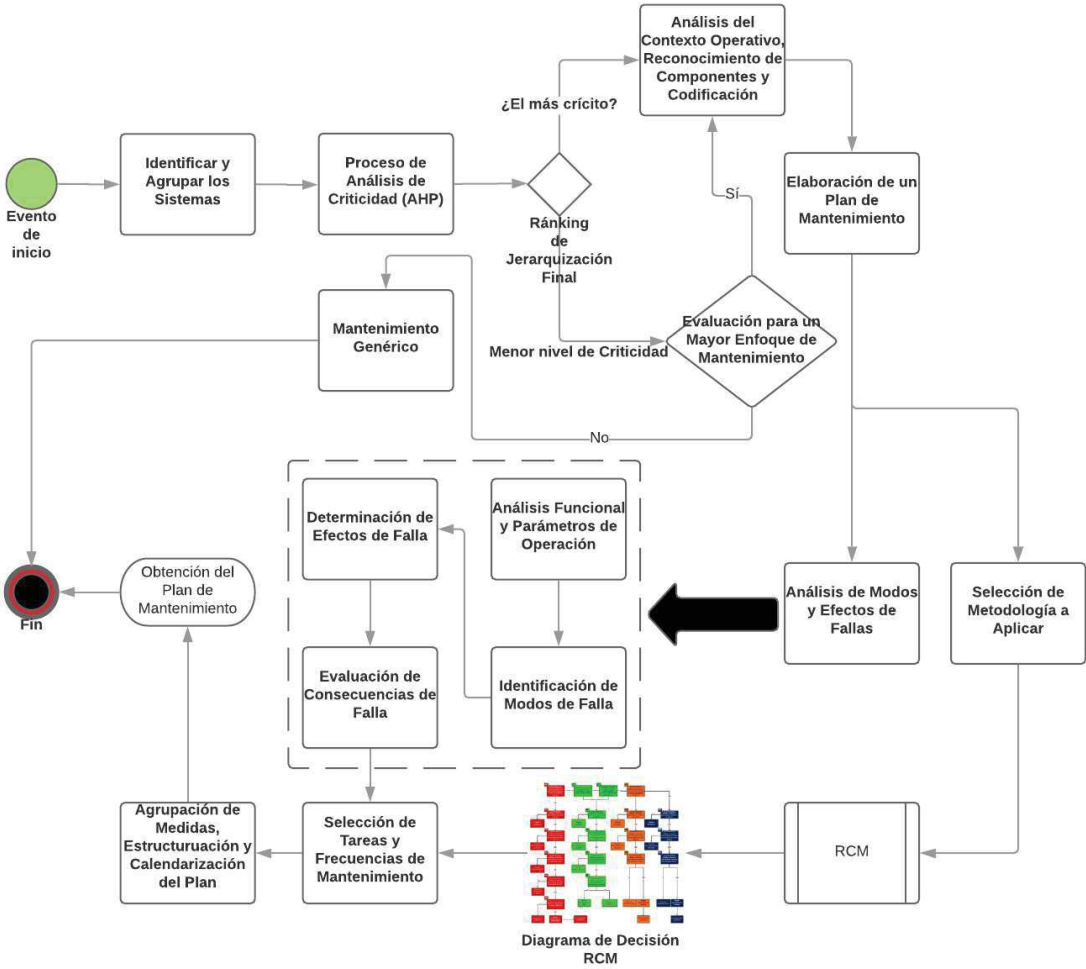
FIGURA 46: ESQUEMA DE LAS 7 PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del presente documento, contestaremos a cada una de las 7 preguntas, con lo cual daremos la forma al plan que deseamos implementar. De este modo, una vez decidida la técnica a emplear y en aras de obtener el Plan de Mantenimiento requerido, delineamos el flujo que nos llevará a obtenerlo de la siguiente manera:

FIGURA 47: ESQUEMA DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo por la misma senda, se continuará con la determinación de las funciones y parámetros de operación que gobiernan el Sistema de Calentamiento, dando así inicio al proceso de Análisis de Modos y Efectos de Fallas.

Funciones y Parámetros de Operación

Es así que se llegó a la etapa en la que se listarán las funciones y estándares de funcionamiento, sobre los cuales deben operar los Sistemas de Calentamiento dentro de un determinado contexto; esto como punto de inicio para la elaboración de la “Hoja de Información de RCM”, la misma donde luego se profundizará en los modos, efectos y consecuencias de las fallas.

Como se sabe, en este apartado es necesario definir bien el propósito por el cual se instalan Sistemas de Calentamiento de Gas Natural dentro del Sistema de Distribución, situación que llevará a establecer exactamente lo que se espera de ellos y en qué medida, cuantificando los parámetros de operación siempre que sea posible con la finalidad de ser más precisos al momento de generar el Plan de Mantenimiento dado que ya se conoce qué es exactamente lo que se espera obtener de este.

Asimismo, como ya se ha mencionado anteriormente, debe existir por lo general una (o más) Función Principal (sustentada en el objetivo principal por el que fue adquirido el Sistema de Calentamiento) y Funciones Secundarias (basadas en parámetros tales como Ecología, Seguridad, Integridad Estructural, Confort, Apariencia, etc.).

En efecto, tomando en cuenta todos los criterios mencionados anteriormente, se procedió con la determinación de funciones y estándares de funcionamiento para el Sistema de Calentamiento de Gas Natural de manera genérica (de forma global, unificando en un solo documento las funciones de todos los tipos de Sistema de

Calentamiento que existen); estableciendo para ello, en esta oportunidad, un total de ocho (08) líneas, las cuales ocupan la primera columna de la mencionada “Hoja de Información de RCM”, correspondiendo el ítem 1 a la Función Primaria y siendo el resto Funciones Secundarias, respecto de la Tabla N° 38. A esto, se aplicó una codificación numérica y correlativa con la finalidad de promover una mejor identificación de las funciones de cara a la elaboración de la “Hoja de Decisión de RCM”.

TABLA 38: LISTADO DE FUNCIONES DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

FUNCIONES	
1	Calentar agua de tal manera que, al hacer intercambio de calor de forma indirecta, el gas de la línea de distribución que circula aguas abajo de válvula reguladora del ramal activo, se encuentre seco (libre de rastros de agua) y a una temperatura dentro del rango de 25°C y 40°C.
2	Cuando se requiera, el sistema de recirculación debe desplazar unidireccionalmente el agua, libre de fugas y a un caudal, presión y temperatura determinados.
3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.
4	El Sistema de Calentamiento debe ser monitoreado (parámetros de proceso e instrumentación de seguridad Fire & Gas) y operado tanto de forma local como de manera remota desde un Centro de Control. Asimismo, las señales visualizadas a distancia deben coincidir con las señales reales en campo.
5	El Sistema de Calentamiento debe operar a un nivel permisible de emisiones contaminantes en los gases de escape y a niveles de ruido moderados.
6	La calidad del agua con la que opera el Sistema de Calentamiento debe encontrarse dentro de los parámetros de uso establecidos.
7	Los gases de combustión deben ser expulsados a través de la chimenea con rango de temperatura de 140 a 220 grados centígrados y sin ninguna restricción de agentes extraños.
8	El Sistema de Calentamiento en general debe funcionar con un sistema de puesta a tierra en buen estado, ejerciendo un mecanismo de protección ante eventuales desvíos de la corriente.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez fijadas las condiciones bajo las cuales debe operar el sistema, es posible definir de qué manera éste dejaría de hacer lo que el usuario espera de él, pasando de esta manera a una nueva etapa de análisis en la que se dictaminarán los fallos, basándonos en las funciones instauradas desde un inicio.

Fallas Funcionales según los Estándares de Funcionamiento

Se define “falla” como la incapacidad de cualquier activo para hacer aquello que sus usuarios desean que haga. Es decir, por ejemplo, si de acuerdo a la primera función definida (ítem 1 de la Tabla N° 38), el Sistema de Calentamiento no es capaz de hacer un intercambio de calor con el gas natural, le será imposible mantener una temperatura de operación adecuada para el mismo, por lo cual, los usuarios lo considerarían como una falla del sistema dado que no está compensando la caída de temperatura generada por la regulación de presión. Por lo tanto, concluimos que si el Sistema de Calentamiento no realiza lo que los usuarios esperan, quiere decir que éste ha fallado. Por el contrario, también hemos visto que cualquier cosa que deba hacer se define como una “función” y que éste cuenta con más de una que son diferentes entre sí. Como es posible que fallen todas y cada una de esas funciones, se deduce que el Sistema de Calentamiento puede ser afectado por diversos estados de falla diferentes. Por ejemplo, puede que se mantenga la temperatura del gas natural dentro del rango permisible (no hay falla de la función primaria); pero a la vez, el sistema de puesta a tierra no está conduciendo eventuales desvíos de la corriente propios del sistema. Por otra parte, es posible que el Sistema de Calentamiento se deteriore hasta el punto de no poder mantener la temperatura del gas natural dentro del rango requerido (falla de la función primaria) mientras que el sistema de puesta a tierra trabaja en perfectas condiciones (no hay falla de la función secundaria).

Esto demuestra porqué es más preciso definir una falla en términos de una función específica, más que la falla del activo como un todo. Sin embargo, para completar la definición de falla, debemos también observar detenidamente el tema de los estándares de funcionamiento, de donde podemos alegar que la falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

En base a lo expresado, deben establecerse estándares de funcionamiento, sobre los cuales se podrán explorar diferentes aspectos de las fallas funcionales bajo los siguientes encabezados:

- Falla total y parcial
- Límites superiores e inferiores
- Instrumentos de medición e indicadores
- El contexto operacional

¿Quién debe establecer los estándares de funcionamiento? Cualquier usuario y/o interesado en temas relacionados a la operación del Sistema de Calentamiento. Con ello, se podrán analizar las situaciones en las que se considere que el sistema se encuentra en falla.

Para nuestro caso, tomando como referencia las funciones y parámetros de operación demarcados en el punto anterior, se atribuyeron un total de dieciocho (18) fallas funcionales, las mismas que ocupan la segunda columna en la “Hoja de Información de RCM” como se puede apreciar en la Tabla N° 39. A ello, se aplicó una codificación alfabética y correlativa con la finalidad promover una mejor identificación función-falla de cara a la elaboración de la “Hoja de Decisión de RCM”.

TABLA 39: DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS FUNCIONALES

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	
1	Calentar agua de tal manera que, al hacer intercambio de calor de forma indirecta, el gas de la línea de distribución que circula aguas abajo de válvula reguladora del ramal activo, se encuentre seco (libre de rastros de agua) y a una temperatura dentro del rango de 25°C y 40°C.	A	La temperatura del gas natural se encuentra por encima de 40°C.
		B	La temperatura del gas natural se encuentra por debajo de 25°C.
		C	El sistema de calentamiento no enciende.
		D	El gas de la línea de distribución contiene rastros de agua.
2	Cuando se requiera, el sistema de recirculación debe desplazar unidireccionalmente el agua, libre de fugas y a un caudal, presión y temperatura determinados.	A	El sistema de recirculación de agua provee altos niveles de presión, temperatura y/o caudal; en comparación a lo requerido para la operación del Sistema de Calentamiento.
		B	El sistema de recirculación de agua provee bajos niveles de presión, temperatura y/o caudal; en comparación a los requerido para la operación del Sistema de Calentamiento.
		C	No hay recirculación de agua en el sistema de calentamiento.
3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.	A	Fugas de gas por el tren de alimentación (a través de juntas, uniones o componentes de la línea)
		B	El medidor de flujo de gas no proporciona la información correcta de consumo.
		C	Mayor consumo de gas natural con respecto al ratio habitual.
		D	Ingreso de agua al hogar y/o a los tubos de fuego.
		E	La infraestructura aérea del Sistema de Calentamiento (calentador, tren de alimentación de gas, tren de alimentación de aire, intercambiador de calor, tuberías, componentes de línea, etc.) presenta corrosión, y defectos y/o discontinuidades en la superficie.
4	El Sistema de Calentamiento debe ser monitoreado (parámetros de proceso e instrumentación de seguridad Fire & Gas) y	A	Las variables medidas en campo no coinciden con las monitoreadas de manera remota mediante el SCADA.
		B	No se detectan señales en el SCADA.
5	El Sistema de Calentamiento debe operar a un nivel permisible de emisiones contaminantes en los gases de escape y a niveles de ruido moderados.	A	Parámetros de las emisiones fuera de los rangos permisibles (composición de los gases de escape y niveles de ruido).
6	La calidad del agua con la que opera el Sistema de Calentamiento debe encontrarse dentro de los parámetros de uso establecidos.	A	Parámetros fuera de rango en la composición del agua del calentador.
7	Los gases de combustión deben ser expulsados a través de la chimenea con rango de temperatura de 140 a 220 grados centígrados y sin ninguna restricción de agentes extraños.	A	La temperatura de los gases de escape no se encuentra en el rango de valores permisibles.
8	El Sistema de Calentamiento en general debe funcionar con un sistema de puesta a tierra en buen estado, ejerciendo un mecanismo de protección ante eventuales desvíos de la corriente.	A	La resistencia es mayor o igual que 10 ohm.

Fuente: Elaboración propia.

Ya conocemos de qué forma el Sistema de Calentamiento podría dejar de hacer lo que esperamos que haga; pero, ¿cuáles son las causas

que podrían llevarlo a esa condición? Ello nos obliga a profundizar aún más en nuestro análisis, llevándonos al estudio de los Modos de Falla.

Modos y Efectos de Falla

Un modo de falla es cualquier evento que puede ocasionar la falla funcional de un activo físico, pero en nuestro caso, del Sistema de Calentamiento en su conjunto. Sin embargo, aplicar el término “falla” a un componente de manera general, es vago y simplista. Es mucho más preciso distinguir entre una “falla funcional” y un “modo de falla”.

Por ejemplo, es necesario usar con moderación expresiones como “falla”, “rotura” o “mal funcionamiento de”, ya que dan muy poca información sobre cuál sería la verdadera fuente de la falla y, en consecuencia, no se podría establecer una buena estrategia de manejo sobre ésta. Por ello, tratamos de hacer uso de verbos más específicos que nos permita conocer más acerca de las posibilidades concretas que originan las fallas.

En efecto, el Planeamiento del Mantenimiento debe realizarse para tratar modos de falla específicos, por lo que las órdenes de trabajo y los sistemas de historias técnicas de los equipos surgen para cubrirlos y registrarlos debidamente.

Bajo esa perspectiva, para el presente caso se hizo el estudio de los modos de falla asociados a cada falla funcional, obteniendo como resultado un total de doscientos sesenta y siete (267) casos posibles, los cuales fueron ubicados en la tercera columna de nuestra “Hoja de Información de RCM”. De la misma manera que en los anteriores casos, se aplicó una codificación numérica y correlativa con la finalidad promover una mejor identificación función-falla-modo de falla, de cara a la elaboración de la “Hoja de Decisión de RCM”.

FIGURA 48: DESCRIPCIÓN DE LOS MODOS DE FALLA

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA		
1	Calentar agua de tal manera que, al hacer intercambio de calor de forma indirecta, el gas de la línea de distribución que circula aguas abajo de válvula reguladora del ramal activo, se encuentre seco (libre de rastros de agua) y a una temperatura dentro del rango de 25°C y 40°C.	C	El sistema de calentamiento no enciende.	1	El tablero de control y fuerza del calentador se encuentra desenergizado.
				2	Algún contactor, relé termico, o interruptor termomagnético se encuentra abierto o quemado.
				3	El panel de operador (panelview) no enciende.
				4	El pulsador de encendido no hace contacto eléctrico.
				5	Las válvulas de bloqueo manuales de ingreso y salida de gas para alimentación al quemador se encuentran en posición incorrecta.
				6	El transformador de encendido se encuentra quemado, cortocircuitado o sin continuidad eléctrica en los devanados.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien ya se detectaron las causas que provocan las fallas funcionales, es de vital importancia saber qué repercusiones pueden tener sobre el proceso en general. El propósito de ello es llevarnos a conocer el impacto que representa el modo de falla y de esa manera poder seleccionar la mejor estrategia de control.

De hecho, el cuarto paso a seguir en el proceso de revisión RCM consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla, estos son los efectos de falla. La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Concretamente, al describir los efectos de la falla, debe hacerse constar lo siguiente:

- La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
- Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el ambiente.

- Las maneras (si las hubiera) en que afecta a la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla (de ser necesario).

FIGURA 49: DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS DE FALLA

FUNCIONES	FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
1 Calentar agua de tal manera que, al hacer intercambio de calor de forma indirecta, el gas de la línea de distribución que circula aguas abajo de válvula reguladora del ramal activo, se encuentre seco (libre de rastros de agua) y a una temperatura dentro del rango de 25°C y 40°C.	C El sistema de calentamiento no enciende.	1 El tablero de control y fuerza del calentador se encuentra desenergizado.	El sistema no cuenta con energía con energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que los elementos de accionamiento eléctrico estarían inoperativos.
		2 Algún contactor, relé termico, o interruptor termomagnético se encuentra abierto o quemado.	No se logra alimentar de energía a los equipos de consumo eléctrico final. No podría encenderse el sistema.
		3 El panel de operador (panelview) no enciende.	No es posible encender el sistema ni controlarlo emitiendo órdenes al mismo en función de las necesidades de cada momento.
		4 El pulsador de encendido no hace contacto eléctrico.	No es posible encender el sistema de forma manual.
		5 Las válvulas de bloqueo manuales de ingreso y salida de gas para alimentación al quemador se encuentran en posición incorrecta.	No ingresa gas al quemador, por ende, no hay combustión para producir la flama.
		6 El transformador de encendido se encuentra quemado, cortocircuitado o sin continuidad eléctrica en los devanados.	No se genera el voltaje necesario para producir la chispa de ignición. Por lo tanto, no se produce la flama del piloto y, en consecuencia, tampoco la flama principal.

Fuente: Elaboración propia

Para cada modo de falla corresponde un efecto de falla específico, razón por la cual no es necesario efectuar algún tipo de codificación correlativa como en los casos anteriores, dado que bastaría con tomar la asignación brindada hasta el 3er nivel de análisis (modo de falla). Los efectos de falla ocupan la cuarta y última columna de la “Hoja de Información de RCM”, con lo cual estaríamos culminando dicho documento, que será nuestra fuente de referencia para valorar las consecuencias de las fallas y posteriormente precisar los controles requeridos de acuerdo a la necesidad.

Evaluación de Consecuencias de las Fallas

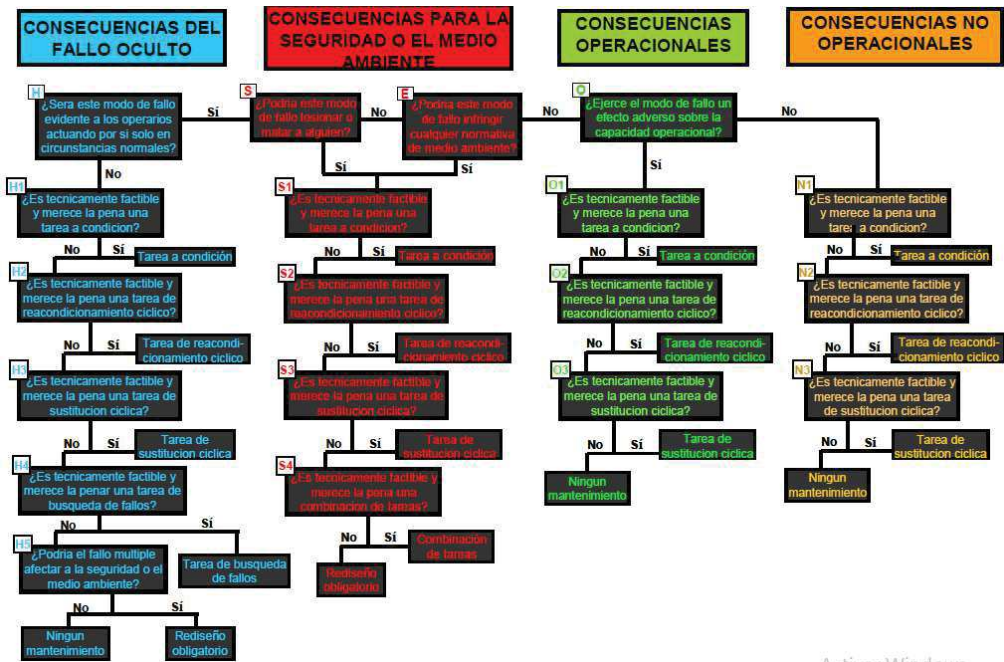
Y así, pasamos a la quinta pregunta básica del RCM (de las siete que se plantean) y nos cuestionamos lo siguiente: ¿De qué manera importa cada falla funcional? Como hemos visto, cada vez que ocurre una falla

en el Sistema de Calentamiento, de alguna manera afecta a la compañía. Algunas fallas afectan la operación, la calidad del producto, el servicio al cliente. Otras representan un riesgo para la seguridad integral del personal, la seguridad física de las instalaciones, preservación del ambiente o aspectos legales-regulatorios. Algunas incrementan los costos operativos, como por ejemplo al incrementar el consumo de gas natural por pérdidas de energía (por fugas de gas, fugas de agua caliente, pérdida de calor a través de superficies, etc.), mientras que otras tienen impacto en cuatro, cinco, seis o más de estas áreas a la vez. Algunas otras aparentemente no tienen efecto alguno si ocurren por sí solas; pero ponen en riesgo a la organización, exponiéndolas a fallas mucho más serias y comprometedoras.

Al tratar materias como las mencionadas en el párrafo anterior, estamos haciendo alusión a las Consecuencias de las Fallas y ellas nos ayudan a medir el nivel de importancia y criticidad de las fallas sobre la naturaleza de nuestro proceso en general, con lo cual, podremos establecer una estrategia basada en medidas de mantenimiento con la finalidad de poder mitigar las fallas funcionales y el impacto que representan.

Para hacer un correcto estudio de las Consecuencias de las Fallas, necesitamos tomar como referencia el conocido “Diagrama de Decisión RCM”, con el cual se podrá asociar el estudio de las consecuencias con la selección de una estrategia de mantenimiento adecuada que sirva de control. Con ayuda de esta herramienta lógica podremos llenar la “Hoja de Decisión RCM”, la cual contiene como referencia informativa todo el análisis hecho desde el listado de funciones del Sistema de Calentamiento hasta la evaluación de las consecuencias y selección del tipo de actividad de mantenimiento correspondiente de acuerdo al modo de falla establecido.

FIGURA 50: DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM



Fuente: Moubray, J., (1997). *Reliability Centered Maintenance (Second Edition)*, Estados Unidos: Industrial Press Inc.

Es así que, siguiendo la secuencia lógica propuesta, partiendo de los Modos y Efectos de las Fallas identificamos de una manera más eficiente las consecuencias que se puedan generar a raíz de ellos; plasmando el resultado de dicho análisis en la anteriormente mencionada “Hoja de Decisión RCM” de la siguiente manera:

FIGURA 51: HOJA DE DECISIÓN RCM

HOJA DE DECISION RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO											REALIZADO POR: HZEGARRA			
			SUBSISTEMA: SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL											FECHA: 2018			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 H2 H3			Acción a falta de				Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
1	C	21	S	N	N	S	N	S									
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S								
1	C	23	S	N	N	S	S										

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de evaluar las Consecuencias de las Fallas es determinar el tipo de actividad de mantenimiento requerido para hacer frente al hecho que pueda suscitarse cada uno de los Modos de Fallo en discusión; pero para ello, en primer lugar es necesario definir la particularidad de la consecuencia en tratamiento, la cual que puede ser distinguida de las siguientes formas:

- Consecuencias del fallo oculto
- Consecuencias para la seguridad o el medio ambiente
- Consecuencias operacionales
- Consecuencias no operacionales

Una vez ejecutado este análisis, recién podemos seleccionar la tarea más conveniente en aras de obtener un adecuado plan de mantenimiento que se encuentre alineado a los objetivos trazados.

3.1.3 Fase III: Estructuración del Plan de Mantenimiento Integral del Sistema de Calentamiento

Definición de las Estrategias de Mantenimiento basadas en el Diagrama de Decisión de RCM

Cuando ya se ha reconocido la complejidad y el impacto que las consecuencias desencadenadas por los Modos de Falla representan sobre el contexto operativo del Sistema de Calentamiento, nos es posible pensar en qué podemos hacer para prevenir, mitigar o reducir los efectos negativos que éstas generan. Es así que, siguiendo el orden lógico establecido por el Diagrama de Decisión de RCM mediante la evaluación de la viabilidad de las acciones a tomar (si valen la pena o no) para cada uno de los Modos y Efectos de Falla, llegamos al punto en el que se define el tipo de actividad de mantenimiento que será empleada como mecanismo de control, entre las cuales tenemos a las Tareas Proactivas y las Acciones por Defecto o también conocidas como “a falda de”:

- Tareas proactivas:
 - Tarea a condición
 - Tarea de reacondicionamiento cíclico
 - Tarea de sustitución cíclica
- Acciones a “falda de”:
 - Tarea de búsqueda de fallos
 - Rediseño obligatorio
 - Ningún mantenimiento programado

De esta manera, se comienza a dar forma a las estrategias de mantenimiento que se desean implementar, ya que en base a los diferentes tipos de actividad que se hayan determinado es que se podrán definir las medidas de mantenimiento apropiadas para cada caso estipulado en Hoja de Decisión de RCM.

FIGURA 52: HOJA DE DECISIÓN RCM. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO

HOJA DE DECISIÓN RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO											REALIZADO POR: HZEGARRA				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias						H1 H2 H3			Acción a falta de			Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4						
									N1	N2	N3							
1	C	21	S	N	N	S	N	S								Tarea de reacondicionamiento cíclico		
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S							Tarea de sustitución cíclica		
1	C	23	S	N	N	S	S									Tarea a condición		

Fuente: Elaboración propia.

Con ello, se obtuvieron los conceptos básicos acerca de cómo lidiar con cada uno de los Modos de Falla, los mismos que servirán como referencia de cara a proponer, específicamente, las tareas/medidas de mantenimiento como alternativas de prevención y/o solución.

Selección de Tareas de Mantenimiento, Fijación de Frecuencias y Asignación de Responsables de Ejecución

Como siguiente paso, se materializan las decisiones tomadas en la sección anterior, optando por seleccionar una tarea de mantenimiento conveniente y factible en función al tipo de actividad por la cual se decidió y pensando en afrontar de la mejor manera los fallos que se presenten en el Sistema de Calentamiento. Las medidas a tomar dependerán mucho de la naturaleza del Modo de Fallo, es decir, si es que éste forma parte de una falla oculta, si es que atenta contra la seguridad o ambiente, si afecta a las operaciones o caso contrario, despliega consecuencias ligadas a temas no operacionales. Partiendo de ello, se deberán escoger tareas que sean acordes a la realidad del contexto, técnicamente posibles, viables y debidamente justificadas; teniendo como primera instancia la elección de alguna tarea proactiva;

sin embargo, si al someterla a evaluación no vale la pena decidir por ello, por defecto seleccionaremos alguna tarea “a falta de”.

FIGURA 53: HOJA DE DECISIÓN RCM. PROPOSICIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO

HOJA DE DECISION RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO										REALIZADO POR: HZEGARRA			
			SUBSISTEMA: SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL										FECHA: 2018			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
1	C	21	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.		
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S				Tarea de sustitución cíclica	Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos.		
1	C	23	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.		

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, una vez que ya fueron propuestas y precisadas las tareas/medidas de mantenimiento a utilizar, se requiere determinar las frecuencias con la que éstas serán aplicadas. Si bien el valor de estos períodos de tiempo puede ser determinado a través del estudio de datos históricos que estadísticamente nos muestran la frecuencia con la que se producen las fallas de los componentes/dispositivos, o también por medio de la disposición de funciones matemáticas que ayuden a predecir la vida útil de las pieza; dado que para el presente caso nos enfrentamos a un número elevado de elementos con potencial de falla operando en diferentes puntos alrededor de todo del Sistema de Distribución, siendo estos tanto análogos entre sí (pero en diversos contextos operativos) como de diversa índole de funcionalidad, en esta oportunidad trabajaremos la determinación de las frecuencias de las tareas de mantenimiento en base a la opinión de expertos en el tema. Una vez instauradas las frecuencias bajo esta modalidad, se pueden ir haciendo ajustes durante el ejercicio del Plan de Mantenimiento Integral, conforme a la evaluación de la operación y al comportamiento de las mismas fallas sobre el Sistema de Calentamiento.

FIGURA 54: HOJA DE DECISIÓN RCM. ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS PARA LA EJECUCIÓN DE TAREAS

HOJA DE DECISION RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO										REALIZADO POR: HZEGARRA			
			SUBSISTEMA: SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL										FECHA: 2018			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
1	C	21	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	Semestral	
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S				Tarea de sustitución cíclica	Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos.	Anual	
1	C	23	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, y con el propósito de facilitar la elaboración del Plan de Mantenimiento Integral, es conveniente detallar la especialidad del encargado de ejecutar cada una de las tareas de mantenimiento propuestas (mecánica, eléctrica, predictiva, de operación, de lubricación, etc.); no obstante, para fines de optimización en temas de planeamiento y programación del mantenimiento, es recomendable resaltar la idea de formar especialistas multifuncionales, capaces de llevar a cabo cualquier tipo de actividad que se les pueda adjudicar.

FIGURA 55: HOJA DE DECISIÓN RCM. ADJUDICACIÓN DE ESPECIALISTAS EJECUTORES POR TAREA

HOJA DE DECISION RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO										REALIZADO POR: HZEGARRA			
			SUBSISTEMA: SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL										FECHA: 2018			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
1	C	21	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	Semestral	Mecánico
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S				Tarea de sustitución cíclica	Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos.	Anual	Mecánico
1	C	23	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Electricista

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, culminamos con el llenado de la Hoja de Decisión de RCM de cara a la elaboración del Plan de Mantenimiento Integral. Como se puede observar, en líneas generales se contemplan tanto aspectos orientados a la seguridad y continuidad del servicio como criterios legales, normativos y/o regulatorios que nacen a raíz de la propia naturaleza operacional del Sistema de Distribución de Gas Natural y específicamente del Sistema de Calentamiento; todo esto con el fin de evitar cualquier falta o incumplimiento que puedan desencadenar algún tipo de penalidad, de infracción de índole jurídico, servicio de mala calidad o, en extremo, consecuencias desagradables.

Agrupación de tareas y calendarización del Plan de Mantenimiento Integral

Como siguiente paso, es necesario establecer un orden a través de la agrupación de las tareas de mantenimiento asignadas en función de algún tipo de afinidad entre ellas y, por último, representar esta agrupación en un calendario o programa anual con el propósito de planificar y plasmar las fechas de ejecución definidas en base a alguna determinada clasificación. Tal es así que para el presente caso, en un primer plano se vio conveniente asociar las medidas de mantenimiento seleccionadas tomando como referencia el periodo de tiempo con el que se atienden, obteniendo de ésta manera 3 criterios disponibles a los que se denominará “Categorías de Mantenimiento” para fines de organización, los cuales son: Mantenimiento Bimestral, Mantenimiento Semestral y Mantenimiento Anual. Cada una de éstas “Categorías” será aplicada individualmente en cada una de las “Ubicaciones Técnicas” reconocidas, es decir, a cada Sistema de Calentamiento presente en el Sistema de Distribución de Gas Natural, el mismo que a su vez, llamará una serie de actividades ligadas a diferentes estrategias de mantenimiento (seleccionadas en el punto anterior) las cuales deberán efectuarse dentro de los plazos estipulados en el calendario.

Asimismo, por una cuestión de optimizar y distribuir de una mejor manera las cargas de trabajo, los Sistemas de Calentamiento fueron designados en 2 zonas operativas, de acuerdo a su ubicación geográfica: Estaciones Zona Sur y Estaciones Zona Norte. Esta configuración permite dividir al personal de mantenimiento de tal manera que se pueda atender eficientemente la demanda de trabajo y así llevar un buen control acerca del correcto funcionamiento del Sistema de Distribución.

FIGURA 56: CALENDARIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL

 PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL - SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL																	
ZONA OPERATIVA/CÓDIGO DE UBICACIÓN TÉCNICA	CATEGORÍA DE MANTENIMIENTO/DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN TÉCNICA	OBJETO TÉCNICO ESPECÍFICO	FRECUENCIA	TOTAL ANUAL	UNIDAD	PROGRAMA ANUAL											
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOY	DIC
SISTEMAS DE CALENTAMIENTO																	
MANTENIMIENTO ANUAL (1A)				51	VECES	3	5	3	5	4	3	4	4	6	5	5	4
ESTACIONES ZONA SUR				29	VECES	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
GN-01-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
GN-01-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-01	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-02	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-SUI-CALENTA-01	ERP SURCO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01	ERP SURCO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, la conformación del plan establece que las categorías de mantenimiento deben aplicarse a los objetos técnicos de tal manera que no haya algún tipo de cruce entre ellas. Por ejemplo, cuando ejecutamos Mantenimiento Semestral a un Sistema de Calentamiento, no podemos ejecutar mantenimiento Bimestral en el mismo mes, dado que las actividades que conforman éste último ya están incluidas dentro de la categoría de mayor nivel (semestral).

Es válido enfatizar que para la denotación de las ubicaciones técnicas reflejadas en el plan, se consideró hasta el 6to Nivel de la estructura que establece el SAP, es decir, se manejó un grado jerárquico que describe el nombre y posición de cada Sistema de Calentamiento identificado. Asimismo, se valora el hecho de asociar aquellas ubicaciones técnicas que tienen cercanía física, con el fin de aprovechar el hecho de laborar dentro de un espacio geográfico específico y de esta manera no tener que efectuar reiteradas y/o extensas movilizaciones de recursos para poder culminar con todos los mantenimientos a tiempo dentro del mes correspondiente.

Gestión de Materiales y Repuestos. Criterios Logísticos.

La finalidad elemental de gestionar el mantenimiento de los activos físicos que conforman el Sistema de Calentamiento del Gas Natural es que cada uno de ellos pueda satisfacer las necesidades de su usuario, es decir, que cumplan con su función de tal forma que, en conjunto, el correcto funcionamiento de éstos pueda asegurar la disponibilidad y fiabilidad de las instalaciones; no obstante, para alcanzar tal objetivo es necesario contar con una serie de recursos, entre los cuales resalta la correcta administración logística de materiales y repuestos para efectuar las diversas actividades de mantenimiento que implican la sustitución, reparación y/o repotenciación de los equipos. En efecto, se elaboró un inventario de materiales y repuestos utilizados en el

mantenimiento de los diversos Sistemas de Mantenimiento de Gas Natural, con el propósito de suministrar oportunamente al personal ejecutor los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas asignadas que los requieran. Este inventario ayudará a planificar de una mejor manera la demanda de materiales y repuestos, para lo cual se debe ir de la mano con un monitoreo continuo de los niveles de stock, cantidades a solicitar y fechas de necesidad.

Al respecto, el inventario preparado cuenta con las siguientes características:

- Se asignó un código numérico que identifica cada uno de los materiales/repuestos seleccionados, el cual representa un registro en el maestro de materiales del SAP para poder gestionar favorablemente los procesos de compras y reservas.
- Cada material/repuesto posee una descripción breve y lo mejor detallada posible, la cual especifica las características de dicho elemento, como puede ser la clase, modelo, serie, fabricante, material, dimensiones, etc.
- Sumado a lo anterior, se detalló la cantidad y el mes en el que, tentativamente, se requiere cada material/repuesto, como planteamiento de mejora a la planificación logística. Esto permitirá proyectar los puntos de pedido, fechas de necesidad y, finalmente, la ejecución de las actividades de mantenimiento programadas de forma anticipada.
- Se determinó un stock de seguridad que garantiza la cantidad mínima de existencias en el almacén, de acuerdo a la criticidad del con la que se requiere el material/repuesto, tomando en cuenta criterios como el impacto que represente el elemento sobre el proceso, la rotación, la demanda, la procedencia (importación o

compra local), los tiempos de reposición, tiempos de tratamiento, tiempos de entrega, etc.

- Con el fin de facilitar la reunión de información que luego pueda necesitarse durante el proceso de adquisición o por el simple hecho de identificar mejor cada uno de los materiales/repuestos del inventario, éstos fueron agrupados por familias, clasificadas de acuerdo al tipo de función que ejercen dentro de alguno de los subsistemas que conforman los Sistemas de Calentamiento. Las familias seleccionadas fueron:
 - Accesorios de acero
 - Calentadores
 - Conectores y accesorios
 - Conectores y accesorios SS
 - Consumibles
 - Eléctricos
 - Empaquetaduras
 - Empaquetaduras aislantes
 - Herramientas control de corrosión
 - Instrumentación
 - Medición
 - Pinturas
 - Reg 722
 - Reg Alimentador AL30
 - Reg EPTA 657
 - Reg Fisher 657
 - Reg Fisher 667
 - Reg Piloto Tormene PU50MP
 - Reg TA625
 - Reg TA630
 - Reg TA631
 - Reg TA956
 - Reg TA957

- Reg TA958
- Reg Tartarini RP10
- Reg Tartarini RP11
- Válvula de alivio

FIGURA 57: PLANIFICACIÓN DE MATERIALES/REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

Material	Texto breve de material	UM	PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES P/MANTTO- SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SD													STOCK DE SEGURIDAD	Grupo	
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total			
1014590	Válvula restrictora de aluminio	EA	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014141	TARJETA DE DISPLAY OLDHAM MOD OLCT60AD	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación	
1006641	KIT REGULADOR ALPHARD DFO+FC+SSV 2" S150	KIT	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956	
1013775	CONTROLADOR DE LLAMA DKG 972	M3	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	1.0	-	10.0	4.0	Calentadores	
1007640	JUNTA AISLANTE 3" S150	EA	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	40.0	14.0	Empaquetaduras aislantes	
1014530	KIT REGULADOR EQA S217	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores	
2008296	GRASA SINTETICA SUPER LUBE	EA	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	-	40.0	14.0	Consumibles	
2010240	ELECTROBOMBA UPS40-160F	EA	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores	
1014012	SENSOR MAGNETICO DDL	EA	-	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación	
1006642	KIT REPUESTO REGULADOR 2"/50MM S300	EA	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956	

Fuente: Elaboración Propia.

De esta manera, al gestionar correctamente los recursos materiales se plantea una mejora en cuanto a la planificación del mantenimiento, optimizando los tiempos de ejecución para elevar indicadores tales como la fiabilidad y mantenibilidad, a través de la prevención de fallas o, en su defecto, haciendo frente de forma rápida y oportuna ante la ocurrencia de una.

3.1.4 Fase IV: Documentación para Gestión Integral y Evaluación del Plan de Mantenimiento

Procedimientos e Instructivo

Con la intención de poder establecer un orden metódico en la ejecución de las tareas de mantenimiento, se torna necesaria la elaboración de procedimientos e instructivos de trabajo, los cuales permiten establecer lineamientos uniformizados de cómo llevar a cabo una determinada operación. Y es que estos constituyen planes de acción que demarcan un método habitual y que obedecen a la forma exacta en la que deben cumplirse las actividades propuestas en el Plan de Mantenimiento Integral.

Se sabe que los beneficios obtenidos de trabajar con procedimientos e instructivos son, entre otros, promover la elevación del rendimiento de los colaboradores, permiten adecuar soluciones adecuadas para los inconvenientes que pudieran presentarse y fomentar la armonía en el desarrollo de las labores de la organización gracias a la uniformización en el cumplimiento de las rutinas de trabajo.


Normalmente, los procedimientos e instructivos se arman siguiendo la misma estructura básica que se detalla a continuación:

- Portada
- Distribución (a quién va dirigido)
- Objetivo y alcance
- Referencias
- Definiciones
- Responsabilidades
- Descripción de las actividades
- Registros
- Anexos

Dicho esto, en función a la manera en la que se dispuso la aplicación del mantenimiento para los Sistemas de Calentamiento, para el presente informe se elaboraron tres procedimientos y un instructivo de trabajo. Cabe resaltar que los procedimientos fueron hechos para cada categoría de mantenimiento a ejecutar, ya sea Bimestral, Semestral o Anual. Por otro lado, se vio apropiado y conveniente elaborar un instructivo general de operación del Sistema de Calentamiento de manera que, a diferencia de los procedimientos de mantenimiento, se pueda describir de manera más clara, minuciosa, precisa, y específica la forma correcta en la que debe operarse el Sistema de Calentamiento, para así establecer un mecanismo de protección ante los daños o consecuencias que se pudieran generar de no efectuarse correctamente la secuencia de pasos a seguir. De esta manera, cualquier personal técnico que desempeñe trabajo de campo sabrá cómo operar y mantener el Sistema de Calentamiento de Gas Natural de cualquier tipo de estación/recinto.

FIGURA 58: EXTRACTO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

 Cálidda <small>DEL GAS NATURAL DEL PERÚ</small>	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
Versión: 01	Código: P-MAN-001
1	OBJETIVO
1.1	Realizar las tareas correspondientes al mantenimiento anual de los Sistemas de Calentamiento que forman parte del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de éstos.
2	ALCANCE
2.1	El procedimiento aplica a los Sistemas de Calentamiento de todo City Gate, ERP y ERM de la Concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES

Fuente: Elaboración propia.

Cada procedimiento e instructivo recibió una codificación alfanumérica correlativa, identificada por la letra inicial del tipo de documento al que representa (P: Procedimiento, I: Instructivo) seguido de las siglas “MAN”, las cuales indican que hace referencia a un procedimiento correspondiente al área de mantenimiento, y por último, la asignación numérica correlativa. Es así que, bajo ese esquema, se elaboraron los siguientes documentos de gestión:

TABLA 40: LISTADO DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO, RESPECTIVAMENTE

CODIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO
P-MAN-001	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-002	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-003	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-004	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
I-MAN-001	Instructivo	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

Fuente: Elaboración propia.

Control y Registro de Tareas

Para poder controlar y gestionar el desarrollo del proceso de mantenimiento al Sistema de Calentamiento, se requieren generar documentos donde se registren datos relacionados con las tareas que se vienen ejecutando, a la par que se va levantando e ingresando información valiosa de cara a la toma de decisiones futuras. Para ello, se consideró propicio la elaboración de formatos, los cuales consisten

en documentos preestablecidos que sirven de apoyo al personal ejecutor para llevar a cabo y registrar la actividad de mantenimiento que se le encomiende. Asimismo, una vez validado por la supervisión, sirven como evidencias del cumplimiento a lo estipulado en el Plan de Mantenimiento Integral y en los Procedimientos de Trabajo.

Cada formato recibió una codificación alfanumérica correlativa, identificada por la letra inicial del tipo de documento al que representa (F: Formato) seguido de las siglas “MAN”, las cuales indican que hace referencia a un procedimiento correspondiente al área de mantenimiento, y por último, la asignación numérica correlativa. Es así que, bajo ese esquema, se elaboraron los siguientes documentos de gestión:

TABLA 41: LISTADO DE FORMATOS DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

CODIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO
F-MAN-001	Formato	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural
F-MAN-002	Formato	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución
F-MAN-003	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT
F-MAN-004	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT
F-MAN-005	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS
F-MAN-006	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT
F-MAN-007	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT
F-MAN-008	Formato	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT
F-MAN-009	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI
F-MAN-010	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI
F-MAN-011	Formato	Formato de Mantenimiento de Válvulas de Alivio

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, es preciso mencionar que, de requerirse, los documentos de gestión podrán remitir o contener anexos complementarios; sin embargo, los formatos no deben ser considerados como tal, sino como documentos adicionales para registro de información.

Guía de Soporte

Finalmente, en cuanto a los documentos de gestión, se tuvo a bien implementar un documento que brinde los lineamientos y marque la dirección hacia donde deben dirigirse las acciones de mantenimiento. Es así que se elaboró una Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento, a manera de establecer las pautas generales para la ejecución de las actividades de mantenimiento fijadas, así como servir de soporte para la rápida localización de los documentos de gestión asociados (procedimientos, instructivos, formatos) dado que en uno de sus apartados se hace la consolidación de los mismos con sus respectivas descripciones y codificaciones.

Esta guía de soporte, al igual que los documentos tratados anteriormente, recibió una codificación alfanumérica correlativa, identificada por la letra inicial del tipo de documento al que representa (G: Guía) seguido de las siglas “MAN”, las cuales indican que hace referencia a un procedimiento correspondiente al área de mantenimiento, y por último, la asignación numérica correlativa. En efecto, bajo dicho esquema, se elaboró el siguiente documento de gestión:

TABLA 42: NOMINACIÓN DE GUÍA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO

CODIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO
S-MAN-001	Guía	Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural

Fuente: Elaboración propia.

Monitorización del Plan de Mantenimiento

En un último escalón para la implementación del Plan de Mantenimiento Integral, se deben establecer criterios para evaluar su

rendimiento a través de los resultados obtenidos producto de su aplicación. Para ello, se hacen mediciones periódicas que muestran el nivel de desempeño del proceso de mantenimiento al Sistema de Calentamiento. Dichas mediciones se hacen efectivas por medio de la instauración de indicadores que permitan analizar el estado actual en que se encuentra el proceso, comparado contra una meta trazado previamente determinado. De esta manera, los valores obtenidos son interpretados para que, a partir de dicho diagnóstico, se tomen decisiones que propongan la mejora continua en aquellos puntos débiles que impiden llegar al objetivo ideal.

Es así que, para el presente informe, se emplearon tres indicadores que ayudaron a analizar, de manera mensual, el impacto que el Plan de Mantenimiento Integral a los Sistemas de Calentamiento refleja sobre la operación del Sistema de Distribución de Lima y Callao al ponerlo en práctica:

TABLA 43: INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL A LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

ITEM	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA DEL INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	META	FRECUENCIA DE CONTROL
1	Eficacia del Programa de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento	$(Atc/Ats) \times 100$	%	≥ 95	Mensual
		Atc = Total de Actividades completadas en el mes			
		Ats = Total de Actividades programadas para el mes			
2	Mantenimiento Correctivo del Sistema de Calentamiento	$(\text{Total de OT correctivas} / \text{Total de OT}) \times 100$ Total de OT = Rutinarias + Correctivas	%	< 30	Mensual
3	Disponibilidad Total de los Sistemas de Calentamiento	Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR) \times 100\%$	%	≥ 99.5	Mensual
		MTBF= Tiempo promedio entre fallos			
		MTTR= Tiempo promedio de reparación			

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se hace un monitoreo constante y general acerca del progreso conseguido, es decir, qué tan bien está marchando la inserción del Plan de Mantenimiento Integral a la realidad operativa, comportamiento que debe plasmarse en el correcto funcionamiento de los Sistemas de Calentamiento y, por ende, evidenciarse a través de un óptimo control de la temperatura de operación del Gas Natural. Asimismo, este debe estar sujeto a mejoras durante su desarrollo ante cualquier observación detectada, información que será recopilada en el seguimiento continuo de toda su amplitud.

3.2 Evaluación Técnico – Económico

Tras la puesta en marcha del Plan de Mantenimiento Integral sobre los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural situados en toda la amplitud del Sistema de Distribución de Lima y Callao, se obtuvo un desenlace positivo en cuanto al aseguramiento de la correcto funcionamiento de éstos, viéndose reflejado en el aumento de la disponibilidad de los equipos gracias a la reducción de horas y número de paradas, con lo cual, es posible garantizar que la temperatura de operación del gas natural se mantendrá dentro del rango de valores óptimos. Ello a su vez, ofrece respaldo al proceso de distribución a través del cuidado de la integridad de las personas, el ambiente y la mantención de la infraestructura en condiciones adecuadas para su actividad.

Se sabe que en el ámbito legal-regulatorio, se encuentran una serie de exigencias de distintas condiciones que rigen sobre el desarrollo de las actividades relacionadas. Por esa razón, se hizo un levantamiento inicial de información que permitiera conocer el contexto normativo en el que se desarrolla la fase de distribución dentro de la industria del gas natural, para así poder recopilar criterios a tomar como referencia de cara a la búsqueda de alguna estrategia que permita a la empresa Gas Natural de

Lima y Callao – Cálida sumar en el objetivo de cumplir con las diversas disposiciones y obligaciones a las que está sujeta como Concesionaria que es dentro de un plazo de 33 años (a partir de la firma del contrato, cuyo cierre fue dado el 09 de diciembre de 2000).

Una vez hecho ese estudio previo y en línea con los objetivos de la compañía, desde el enfoque de mantenimiento se consideró propicio brindar algún aporte que permitiera obtener las condiciones apropiadas de operación del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao. Para ello, fue necesario hacer un análisis de criticidad activos que permita conocer el sistema sobre el cual debían enfocarse los esfuerzos y recursos de mantenimiento, análisis en el que se determinó, en función a diferentes variables, que el Sistema de Calentamiento de Gas Natural ejercía el rol más crítico dentro del proceso operativo. Es así que el mencionado aporte sería la implementación de un Plan de Mantenimiento que integre todos y cada uno de los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural instalados en el Sistema de Distribución, previamente reconocidos e identificados.

El Plan de Mantenimiento Integral fue elaborado en base a la metodología RCM, siguiendo un proceso sucesivo descrito por la determinación de las funciones y parámetros de operación, las fallas funcionales, los modos y efectos de falla, consecuencias de las fallas, y, finalmente, las estrategias de mantenimiento a aplicar. Todo ello se vio plasmado en un plan estructurado define las fechas y categorías de mantenimiento a ejecutar (bimestral, semestral o anual) agrupando las medidas a tomar; plan que va acompañado de un inventario de repuestos y materiales a utilizar durante las actividades de mantenimiento (preventivas o correctivas), con los respectivos criterios logísticos y planificación tentativa de movimientos.

Finalmente, se elaboraron documentos de gestión integral que servirán como soporte para la realización del Plan de Mantenimiento en toda su magnitud. Asimismo, se establecieron mecanismos de monitorización del

mismo mediante la instauración de indicadores, con la finalidad de evaluar su rendimiento y desempeño.

La implementación del Plan de Mantenimiento Integral representa un impacto económico positivo sobre la compañía, dado que con ello se lograron disminuir los costos por mantenimiento correctivo en más del 50%, se mitigan las fallas alargando así el tiempo de vida de los equipos tanto del Sistema de Calentamiento como de los sistemas instalados aguas abajo, se reduce el riesgo de pérdida al no haber venta por interrupción/corte en el suministro de Gas Natural, mejora la calidad del Gas Natural y del servicio de distribución propiamente, facilita la elaboración del presupuesto anual de mantenimiento según las necesidades, se impide la ocurrencia de alguna catástrofe o daño irreparable y, por último, uno de los efectos más significativos es el hecho de que se evita recaer en multas y penalidades asociadas a incumplimientos en aspectos contractuales, normativos, legales y/o regulatorios.

Dicho esto, el valor anual de poner en funcionamiento el Plan de Mantenimiento Integral se detalla en la estructura de costos que se muestra a continuación:

TABLA 44: TOTAL DE ACTIVIDADES Y HORAS CRONOLÓGICAS EMPLEADAS EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

CATEGORIA DE MANTENIMIENTO	CTD.HRS. REQ.	CTD.TECNICOS REQ.	CANTIDAD DE ACTIVIDADES POR MES DE ACUERDO AL PLAN												TOTAL ACTIVIDADES
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Anual (1A)	22.00	3	3	5	3	5	4	3	4	4	6	5	5	4	51
Bimestral (2M)	7.00	2	18	17	16	16	16	19	18	17	16	16	16	19	204
Semestral (6M)	12.00	2	4	4	6	5	5	4	3	5	3	5	4	3	51
Total Horas de Mantenimiento Programado			240.00	277.00	250.00	282.00	260.00	247.00	250.00	267.00	280.00	282.00	270.00	257.00	306

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 45: ESTRUCTURA DE COSTOS OPERATIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL⁹

CATEGORIA DE MANTENIMIENTO	CTD.HRS. REQ.	CTD.TECNICOS REQ.	TOTAL HRS. CRON.	TOTAL H-H	COSTO H-H (USD)	COSTO ESTIMADO MATERIALES (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Anual (1A)	22.00	3	1,122.00	3,366.00	15.00 USD	15,000.00 USD	65,490.00 USD
Bimestral (2M)	7.00	2	1,428.00	2,856.00	15.00 USD	8,000.00 USD	50,840.00 USD
Semestral (6M)	12.00	2	612.00	1,224.00	15.00 USD	2,000.00 USD	20,360.00 USD
TOTALES			3,162.00	7,446.00	15.00 USD	25,000.00 USD	136,690.00 USD

Fuente: Elaboración propia.

⁹ El costo de H-H (Hora-Hombre) incluye los siguientes costos indirectos:

- Utilización de vehículo para traslado desde la oficina principal hasta el recinto donde se ejecutarán los trabajos de mantenimiento.
- Consumo de combustible para el vehículo a utilizar.
- Empleo de herramientas para los trabajos.

3.3 Análisis de Resultados

- Se elaboró un Plan de Mantenimiento Integral en función al análisis de criticidad atribuido aplicado sobre 19 sistemas que, en conjunto, constituyen el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, operado por la empresa Cálidda.
- Con el previo conocimiento del contexto en el que opera el Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, se resolvió que el sistema más crítico del grupo que lo conforma es el Sistema de Calentamiento con un puntaje de jerarquización final de 0.102058467, debido a las consecuencias que podría acarrear sobre varios aspectos inherentes a la operación en general.
- Se identificaron 10 subsistemas que integran el Sistema de Calentamiento, los cuales son:
 - Calentador
 - Intercambiador de Calor
 - Sistema de Alimentación de Gas
 - Sistema de Alimentación de Aire
 - Quemador, Sistema de Encendido y Control de Flama
 - Sistema de Recirculación de Agua
 - Sistema de Instrumentación y Control
 - Sistema Eléctrico
 - Sistema de Control Local, Comunicaciones y SCADA
 - Sistema de Calentamiento en General
- Se codificaron los diversos Sistemas de Calentamiento y sus respectivos subsistemas, reconociendo 51 ejemplares en toda la extensión del Sistema de Distribución de Gas Natural.

- Se determinaron 8 funciones, 18 fallas funcionales y 277 modos y efectos de falla, donde 7 de ellos no demandan actividades de mantenimiento programado, de las cuales a su vez, 5 implican el rediseño obligatorio.
- En base a la evaluación de las consecuencias que producen las fallas funcionales, se determinan las tareas de mantenimiento adecuadas a seguir, las mismas que luego son organizadas en un Plan de Mantenimiento Integral calendarizado.
- Se definieron 165 actividades de mantenimiento, las cuales fueron asignadas sobre los 10 subsistemas que conforman el Sistema de Calentamiento de Gas Natural.
- Las actividades de mantenimiento precisadas se distribuyen de la siguiente manera:
 - Tareas a condición: 105
 - Tareas de búsqueda de falla: 8
 - Tareas de reacondicionamiento cíclico: 51
 - Tareas de sustitución cíclica: 1
- Dentro de las tareas a condición se determinaron técnicas predictivas tales como termografía, análisis vibracional, pruebas de ultrasonido, análisis de gases, entre otras.
- Las tareas de mantenimiento fueron agrupadas en 3 categorías:
 - Mantenimiento Bimestral
 - Mantenimiento Semestral
 - Mantenimiento Anual
- Se elaboró un plan de consumo de materiales y repuestos para mantenimiento identificando 482 ítems que posiblemente sean utilizados por el área de mantenimiento.

- Se dispusieron 3 indicadores de desempeño del Plan de Mantenimiento Integral con frecuencia de medición mensual, entre los que figuran:
 - Eficacia del Programa de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento (%)
 - Mantenimiento Correctivo del Sistema de Calentamiento (%)
 - Disponibilidad de los Sistemas de Calentamiento (%)

- Se elaboró documentación para la gestión global del Plan de Mantenimiento Integral, cuyo contenido consiste en la siguiente información:

TABLA 46: LISTADO GENERAL DE DOCUMENTOS PARA GESTIÓN INTEGRAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

CODIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO
P-MAN-001	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-002	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-003	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-004	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
F-MAN-001	Formato	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural
F-MAN-002	Formato	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución
F-MAN-003	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT
F-MAN-004	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT
F-MAN-005	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS
F-MAN-006	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT
F-MAN-007	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT
F-MAN-008	Formato	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT
F-MAN-009	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI
F-MAN-010	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI
F-MAN-011	Formato	Formato de Mantenimiento de Válvulas de Alivio
I-MAN-001	Instructivo	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento
S-MAN-001	Guía	Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión de Resultados

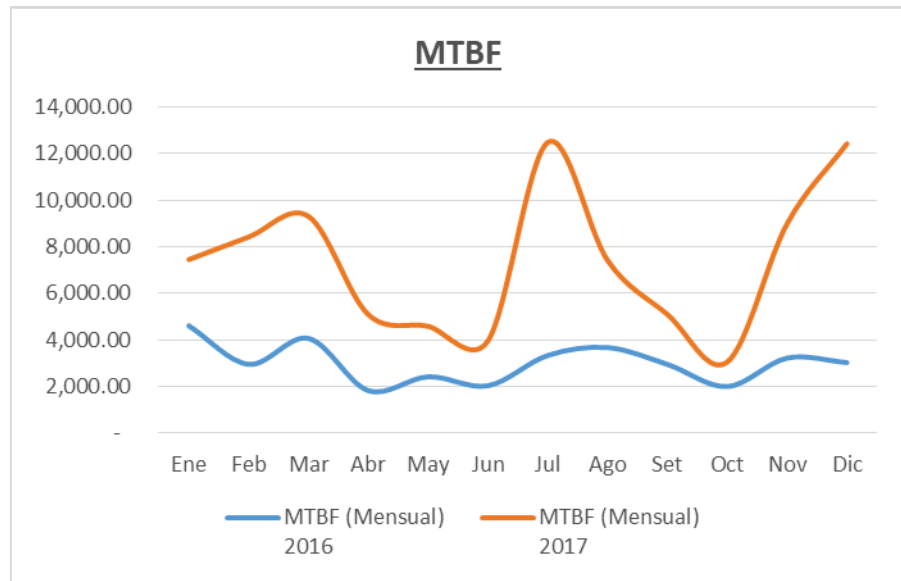
- Haciendo uso de la metodología RCM se implementa un Plan de Mantenimiento Integral dirigido a los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural del Sistema de Distribución de Lima y Callao. Con ello, se seleccionan y aplican las tareas de mantenimiento de mayor conveniencia, acción que se ve reflejada a través del aumento en la disponibilidad total del Sistema de Calentamiento en forma genérica a no menos del 97.15% durante el año 2017 y permitiendo la obtención de una temperatura adecuada de operación del Gas Natural.
- En el 2017 se percibió mejoría mes a mes respecto de la gestión de fallas en comparación al 2016, alargándose el tiempo medio entre cada ocurrencia de alguna falla (MTBF) y reduciendo en varios casos (en aquellos que no fue así, la desviación no fue tan amplia, siendo la máxima de 27 horas) los tiempos de restablecimiento del sistema (MTTR), por lo que muestra de ello fue que, lo más importante, es que la disponibilidad total de los Sistema de Calentamiento del Gas Natural se incrementó en todos los meses del 2017 con respecto al 2016, llegando en el mejor de los casos hasta 99.10%.

TABLA 47: COMPARATIVO DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD ENTRE PERÍODOS 2016 Y 2017

Fecha avería	Horas de Mantenimiento Programado	Días de Operación	Horas Totales de Operación	AÑO DE EVALUACION									
				2016		2017		2016			2017		
				Horas de Parada	Número de Paradas	Horas de Parada	Número de Paradas	MTBF (Mensual) 2016	MTTR (Mensual) 2016	Disponibilidad 2016	MTBF (Mensual) 2017	MTTR (Mensual) 2017	Disponibilidad 2017
Ene	240.00	31	37,704.00	821.69	8	442.76	5	4,610.29	102.71	97.82%	7,452.25	88.55	98.83%
Feb	277.00	28	33,995.00	1531.89	11	306.89	4	2,951.19	139.26	95.49%	8,422.03	76.72	99.10%
Mar	250.00	31	37,694.00	1108.95	9	454.62	4	4,065.01	123.22	97.06%	9,309.84	113.66	98.79%
Abr	282.00	30	36,438.00	1843.31	19	807.99	7	1,820.77	97.02	94.94%	5,090.00	115.43	97.78%
May	260.00	31	37,684.00	1445.37	15	991.69	8	2,415.91	96.36	96.16%	4,586.54	123.96	97.37%
Jun	247.00	30	36,473.00	1943.02	17	820.10	9	2,031.18	114.30	94.67%	3,961.43	91.12	97.75%
Jul	250.00	31	37,694.00	1021.49	11	227.97	3	3,333.86	92.86	97.29%	12,488.68	75.99	99.40%
Ago	267.00	31	37,677.00	977.41	10	626.72	5	3,669.96	97.74	97.41%	7,410.06	125.34	98.34%
Set	280.00	30	36,440.00	1087.87	12	799.91	7	2,946.01	90.66	97.01%	5,091.44	114.27	97.80%
Oct	282.00	31	37,662.00	1709.12	18	1072.46	12	1,997.38	94.95	95.46%	3,049.13	89.37	97.15%
Nov	270.00	30	36,450.00	1035.85	11	484.59	4	3,219.47	94.17	97.16%	8,991.35	121.15	98.67%
Dic	257.00	31	37,687.00	1373.61	12	381.52	3	3,026.12	114.47	96.36%	12,435.16	127.17	98.99%
Total general	3,162.00	365	443,598.00	15899.57	153	7417.22	71						

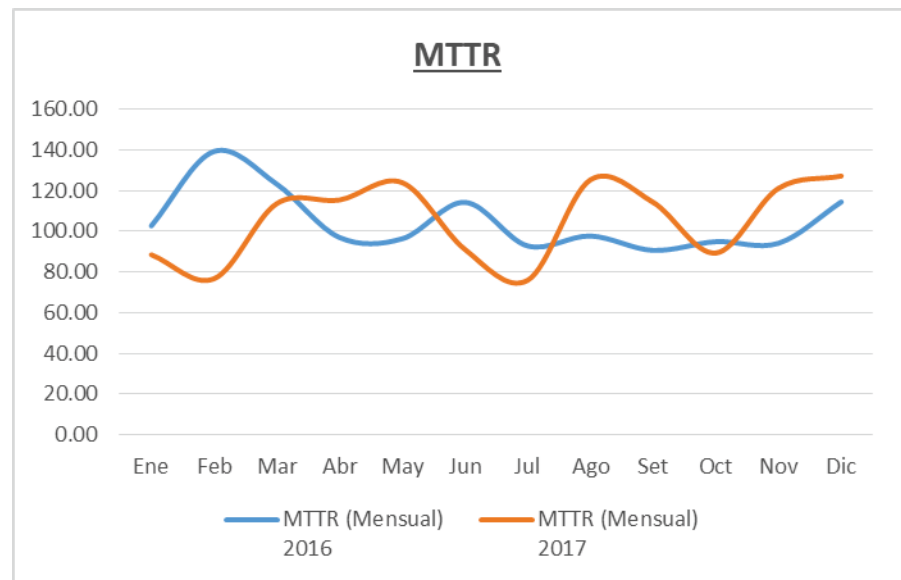
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 59: TENDENCIA DEL MTBF. PERÍODO 2016 – 2017



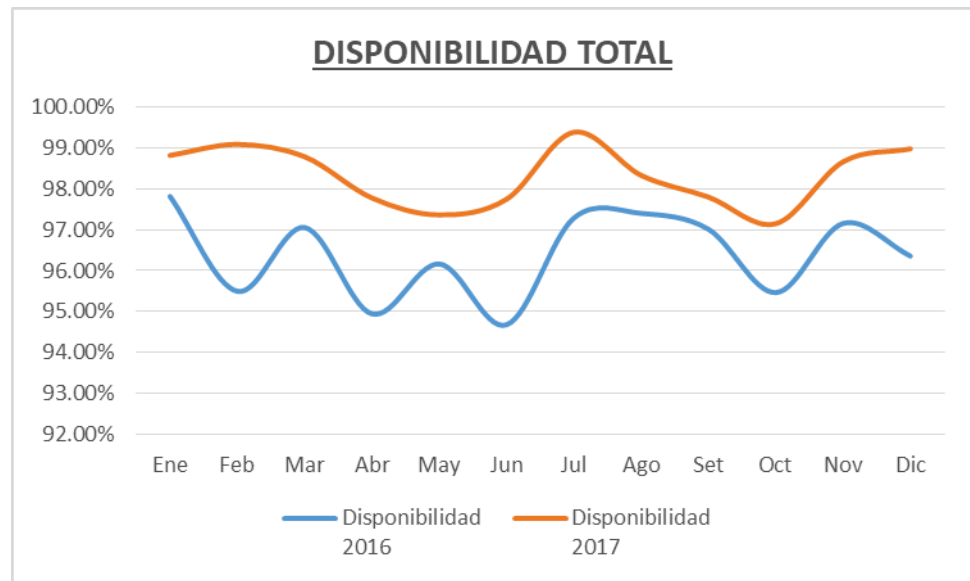
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 60: TENDENCIA DEL MTTR. PERÍODO 2016 – 2017



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 61: TENDENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017



Fuente: Elaboración propia.

- Se logró cumplir con el 100% de las actividades planificadas durante el año 2017, lo cual permitió evidenciar en mejor manera el impacto del Plan de Mantenimiento sobre la operatividad del Sistema de Calentamiento y alcanzar un resultado por encima del propuesto en dicho indicador.

**TABLA 48: CUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO
2017**

Fecha	Total de Órdenes de Trabajo Rutinario	Total Órdenes cumplidas dentro de fecha	% Cumplimiento
Ene	25.00	25.00	100.00%
Feb	26.00	26.00	100.00%
Mar	25.00	25.00	100.00%
Abr	26.00	26.00	100.00%
May	25.00	25.00	100.00%
Jun	26.00	26.00	100.00%
Jul	25.00	25.00	100.00%
Ago	26.00	26.00	100.00%
Set	25.00	25.00	100.00%
Oct	26.00	26.00	100.00%
Nov	25.00	25.00	100.00%
Dic	26.00	26.00	100.00%
Total general	306.00	306.00	

Fuente: Elaboración propia.

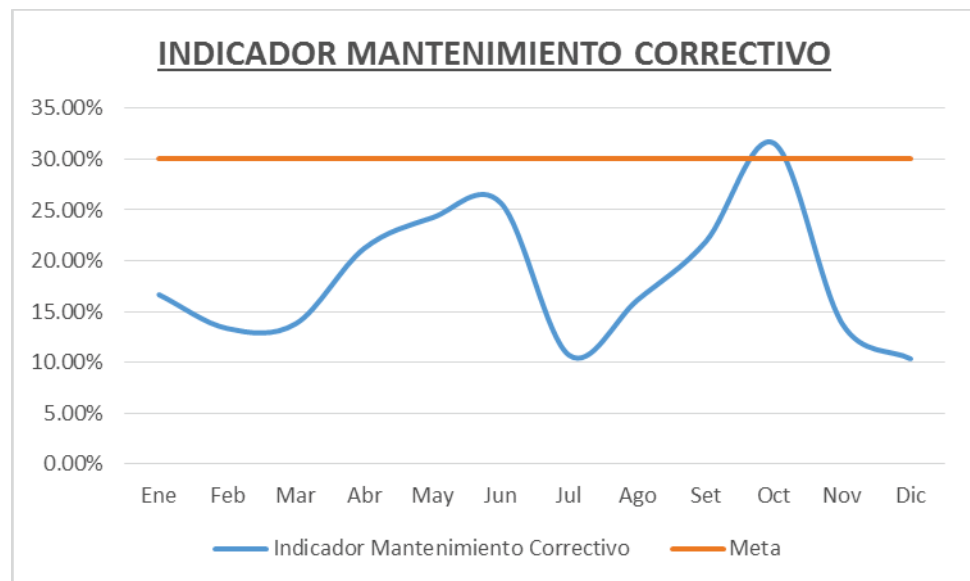
- En cuanto al objetivo de buscar tener la menor cantidad de actividades correctivas sobre el Sistema de Calentamiento en general, se observó que gracias a la implementación del Plan de Mantenimiento, éste indicador sólo superó la meta trazada del 30% en el mes de Octubre (por tan sólo 1.58%), obteniendo un resultado óptimo en el resto de meses del 2017.

TABLA 49: INDICADOR DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2017

Fecha avería	Total de Órdenes de Trabajo Rutinario	Total de Intervenciones Correctivas	Indicador Mantenimiento Correctivo
Ene	25.00	5.00	16.67%
Feb	26.00	4.00	13.33%
Mar	25.00	4.00	13.79%
Abr	26.00	7.00	21.21%
May	25.00	8.00	24.24%
Jun	26.00	9.00	25.71%
Jul	25.00	3.00	10.71%
Ago	26.00	5.00	16.13%
Set	25.00	7.00	21.88%
Oct	26.00	12.00	31.58%
Nov	25.00	4.00	13.79%
Dic	26.00	3.00	10.34%
Total general	306.00	71.00	

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 62: TENDENCIA DE INDICADOR DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2017



Fuente: Elaboración propia.

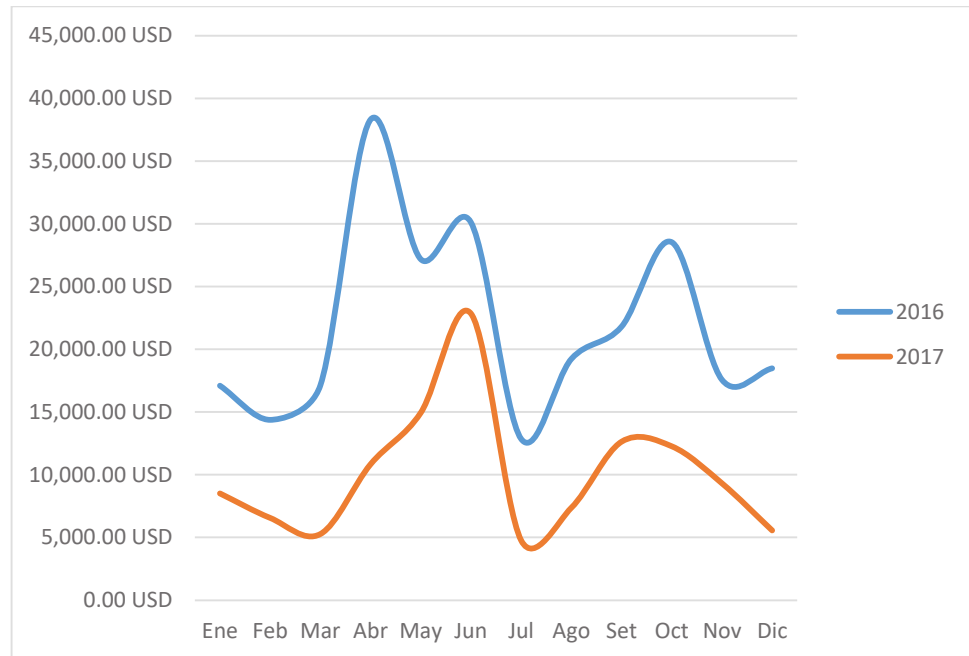
- Otra de las evidencias que comprueban la factibilidad económica que implica la implementación del plan, es la reducción de costes generados a raíz de la ejecución únicamente de trabajos correctivos sobre los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural. Por esta razón, se hizo una comparación entre panoramas respecto de los importes asociados exclusivamente al Mantenimiento Correctivo verificándose que en el 2017 el total de éstos disminuyeron en un 53.98% respecto del 2016, con lo que se demuestra una mejoría en ese aspecto.

TABLA 50: COMPARATIVO MENSUAL DE COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017

Suma de Costo Total Mantto. Correctivo	Años	
Fecha avería	2016	2017
Ene	17,097.46 USD	8,510.58 USD
Feb	14,375.31 USD	6,560.56 USD
Mar	17,123.87 USD	5,273.31 USD
Abr	38,303.90 USD	10,835.46 USD
May	27,180.30 USD	14,938.05 USD
Jun	30,106.65 USD	22,841.87 USD
Jul	12,854.43 USD	4,766.78 USD
Ago	19,230.16 USD	7,369.56 USD
Set	21,802.92 USD	12,631.58 USD
Oct	28,533.91 USD	12,267.56 USD
Nov	17,570.13 USD	9,315.58 USD
Dic	18,481.70 USD	5,562.21 USD
Total general	262,660.77 USD	120,873.10 USD

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 63: TENDENCIA DE COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO. PERÍODO 2016 – 2017



Fuente: Elaboración Propia.

- La elaboración de documentación de soporte para la ejecución de las actividades planificadas, facilita y mejora la gestión integral del proceso. Asimismo, las mediciones hechas por medio de los indicadores instaurados permite evaluar la injerencia positiva que aporta el Plan de Mantenimiento sobre el funcionamiento de la compañía. Prueba de ello es el aumento de la disponibilidad total en el año 2017 respecto del 2016, gracias al cumplimiento del plan.

4.2 Conclusiones

- Se hizo necesaria la implementación de un Plan de Mantenimiento Integral para el Sistema de Calentamiento de Gas Natural en las Estaciones de Regulación del Sistema de Distribución de Lima y Callao, con la finalidad de mantener el valor de la temperatura del Gas Natural dentro del rango de operación adecuado, injerencia que se vio reflejada en el proceso a través de la disminución del número de fallas, la cantidad de horas de parada y, con ello, el aumento de la disponibilidad total del Sistema de Calentamiento en conjunto.
- Se efectuó un análisis preliminar del contexto operativo en el que se desenvuelve la Industria del Gas Natural y específicamente la Fase de Distribución, donde fue posible recoger referencias y criterios sobre los cuales se pudieron identificar y seleccionar los puntos cruciales a manejar de cara a dar inicio a la elaboración del Plan de Mantenimiento Integral. Parte de ello fue la previa profundización en el marco normativo/regulatorio/legal, el análisis de criticidad en el que se jerarquizó al Sistema de Calentamiento de Gas Natural como el más crítico del Sistema de Distribución de Lima y Callao y, finalmente, el reconocimiento y codificación de cada Sistema de Calentamiento con sus respectivos subsistemas que lo componen.
- Se justificó la necesidad de aplicar la metodología RCM sobre el Sistema de Calentamiento del Gas Natural, en base a los objetivos y requerimientos empresariales de Cálidda. Por lo que, en ese sentido, se desarrolló progresivamente cada una de las etapas que la componen a través de la contestación, en una primera fase, a cada una de las primeras 5 preguntas clave del RCM (Análisis de Modos, Efectos y Consecuencias de Fallas), con lo cual, fue posible

obtener información básica que sirvió para la esquematización el Plan de Mantenimiento Integral.

- Se establecieron las medidas de control para una adecuada gestión de fallas del Sistema de Calentamiento de Gas Natural, gracias a que se dispuso el Plan de Mantenimiento Integral basado en el Proceso de Decisión de RCM tras haber dado respuesta a cada una de las 2 últimas preguntas clave del RCM, con lo cual, se seleccionaron tareas que fueron agrupadas y distribuidas racionalmente en categorías de mantenimiento a aplicar sobre los activos físicos involucrados según la frecuencia correspondiente; asimismo, se elaboró un plan de consumo de materiales y repuestos para mantenimiento con lo que se pudo brindar información logística de utilidad para una correcta administración de stocks.
- Se elaboró documentación posteriormente utilizada para la gestión integral del proceso de mantenimiento al Sistema de Calentamiento del Gas Natural, verificándose que esta sirvió de mucho apoyo para la ejecución del plan. Asimismo, se verificó que, después de poner en práctica el Plan de Mantenimiento Integral y cumplirlo en su totalidad, éste manifestó un alto grado de utilidad sobre la operación, aumentando el % de disponibilidad total del Sistema de Calentamiento durante todos los meses del año 2017 respecto del 2016, manteniendo el indicador de actividades correctivas por debajo de lo planteado.

V. RECOMENDACIONES

- Definir un rango de “Alta Criticidad” dentro de la escala de valores obtenidos en el “Ránking Final de Jerarquización de Sistemas”, para reconocer como “Altamente Críticos” a otros activos fuera del Sistema de Calentamiento, los cuales puedan requerir un mayor enfoque en cuanto a la elaboración de un Plan de Mantenimiento.
- Aplicar la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad sobre otros sistemas/activos considerados críticos para la compañía, previa evaluación de factibilidad.
- En la medida de lo posible reducir la cantidad de horas de mantenimiento programado, claro está, en función al desempeño operativo del Sistema de Calentamiento.
- Reducir la tendencia del mantenimiento correctivo del Sistema de Calentamiento para mitigar la elevación de los costos asociados.
- Aislar térmicamente las superficies calientes del Sistema de Calentamiento, con el fin de proteger al personal, mejorar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de CO₂.
- Concientizar al personal ejecutor acerca de la aplicación estricta de lo estipulado en los procedimientos, un adecuado llenado de los registros y el reporte oportuno de las observaciones levantadas durante las inspecciones programadas de mantenimiento.
- Aprovechar el potencial ofrecido por el software de gestión SAP utilizado por la compañía, para planificar y programar las diversas actividades de mantenimiento al Sistema de Calentamiento y, en general, del Sistema de Distribución.

- Hacer un estudio de los calentadores más críticos (mayor cantidad de fallas y/o horas de parada) con el fin de llevar a cabo un análisis causa – raíz que determine el origen de las fallas.
- Continuar alimentando la codificación de los componentes del Sistema de Calentamiento hasta llegar a un nivel más específico, que permita conocer qué elemento falla con mayor frecuencia. Asimismo, es recomendable que al crear órdenes de trabajo (ya sean rutinarias, no rutinarias o correctivas), éstas sean asignadas a la ubicación técnica específica del componente al que se va tratar, de manera que permita obtener una interpretación más precisa acerca del comportamiento funcional de los equipos.

VI. BIBLIOGRAFÍAS

- Abanto Bojórquez, J. A. (s.f.). El Gas Natural en el Perú y los Proyectos Destinados a su Descentralización. *Derecho & Sociedad*.
- ASME - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. (2013). *ASME BPVC Sección IV. Código de Calderas y Recipientes a Presión*.
- ASME - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. (2013). *ASME Sección VIII, División 1. Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión*.
- AWS - American Weldin Society. (2000). *AWS D1.1. 2000. Código para Soldadura Estructural - Acero*.
- Cárdenas Maza, M. (2011). DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM, PARA LOS EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE DINACOL S.A. (*Monografía de Grado*). Universidad Tecnológica DE Bolívar, Cartagena.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). *TERMODINAMICA* (Sexta ed.). Nevada, Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Chavarría Meza, L. E. (s.f.). *Corrosion Engineering & Cathodic Protection*. Recuperado el 24 de Diciembre de 2018, de Atlantic International University: <https://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/Corrosion-Engineering-Cathodic-Protection.html>
- Dammert Lira, A., & Molinelli Aristondo, F. (2006). *¿Qué significa el Proyecto Camisea?* Documento de Trabajo N° 23, Osinergmin, Oficina de Estudios Económicos.
- De Stefano Camacho, G. (2015). EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD BASADOS EN RIESGO EN LA JERARQUIZACIÓN DE ACTIVOS. (*Informe de Pasantía*). Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.

- Díaz Andrade, G. (s.f.). Calidad del Gas Natural: Algunos Aspectos a Considerar para Prestar con Calidad el Servicio de Transporte de Gas Natural por Ductos. *La Revista del Gas Natural*.
- División de Gas Natural de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART). (2008). *Regulación del Gas Natural en el Perú: Estado del Arte al 2008*. Lima, Perú: Osinergmin.
- Hernández Márquez, J. S. (2002). *Monitoreo de la protección catódica a línea submarina No. 161 de 36"Ø Rebombado/Dos Bocas de la Región Marina Suroeste en la sonda de Campeche*. Maestría en Gerencia de Proyectos de Ductos., Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla., Cholula, Puebla, México.
- Laub Benavides, A. (s.f.). Estructura del Negocio del Gas Natural en el Perú. *Derecho & Sociedad*.
- MINEM. (s.f.). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/index2.php>
- Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Dirección General de Hidrocarburos*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=5&idTitular=4454&idMenu=sub88&idCateg=847
- Moubray, J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance* (Segunda ed.). Estados Unidos: Industrial Press Inc.
- Nicolini del Castillo, M. (s.f.). Industriales Consumidores Iniciales del Gas de Camisea y el Contrato de Suministro "Take or Pay" en el Perú. *Derecho & Sociedad*.
- OEFA. (s.f.). *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/>
- OSINERGMIN. (2015). *RCD N° 306-2015-OS-CD – Norma de Calidad del Servicio de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos*.

- OSINERGMIN. (s.f.). *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*. Obtenido de <http://www.osinergmin.gob.pe/>
- Parra Márquez, C., & Crespo Márquez, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos* (Primera ed.). Sevilla, España: INGEMAN.
- Parra, C. (2004). *APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP - ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) EN PROCESOS DE JERARQUIZACIÓN DE ACTIVOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA*. Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros, Sevilla.
- PERUPETRO. (s.f.). Obtenido de https://www.perupetro.com.pe/wps/portal/corporativo/PerupetroSite!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zi_YxcTTw8TAy93AN8LQwCTUJcvEJADCMz_XCwAgMcwNFAP4oY_XgUROE3Plw_ipCSgtzQCIN0RUUARuNr4w!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw Hill.
- Schmerler, D., Salvador, J., Montesinos, J., & Zurita, V. (2017). *Políticas regulatorias aplicadas a los sectores de energía y minería*. Lima, Perú: Osinergmin.
- SUNAFIL. (s.f.). *Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral*. Obtenido de <https://www.sunafil.gob.pe/>
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & García, R. (2014). *La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*. Lima, Perú: Osinergmin.
- Tubular Exchanger Manufacturers Association. (2007). *TEMA STANDARD* (9TH ed.).

ANEXOS

ANEXO 1

**CUESTIONARIO DE COMPARACIÓN
APAREADA ENTRE CRITERIOS**

Criterio "i"	Criterio "j"	Valor numérico de comparación								
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Daño a la calidad del producto y servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	Detección de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Frecuencia de ocurrencia de las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frecuencia de ocurrencia de las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Daños consecuenciales a los equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Detección de las fallas	Costos asociados a las fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daños consecuenciales a los equipos	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos asociados a las fallas	Impacto de las fallas sobre la seguridad integral de la persona e higiene industrial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daño a la calidad del producto y servicio	Impacto de las fallas sobre la preservación del ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ANEXO 2
JERARQUIZACIÓN FINAL POR
SISTEMA

#	SISTEMA	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio FF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio CF	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DE	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio DC	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio SH	Jerarquización Local x Jerarquización Criterio IA	Jerarquización Final por Sistema
1	REDES DE ACERO	(0.0198)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.055201489
2	REDES DE POLIETILENO	(0.0297)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.053384600
3	VALVULAS DE BLOQUEO DE LINEA	(0.0495)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.03061)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.05405)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.048641283
4	TRAMPAS DE SCRAPER	(0.0099)*(0.08772)	(0.04286)*(0.02935)	(0.00971)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.01613)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.015357294
5	SISTEMA DE REGULACION	(0.07921)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.07767)*(0.05692)	(0.05102)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.040781563
6	SISTEMA DE FILTRADO	(0.07921)*(0.08772)	(0.02857)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.06452)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.048177174
7	SISTEMA DE MEDICION	(0.05941)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.033884108
8	SISTEMA DE ODORIZACION	(0.05941)*(0.08772)	(0.04286)*(0.02935)	(0.09709)*(0.05692)	(0.0102)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.12162)*(0.32352)	(0.07843)*(0.20738)	0.085226783
9	SISTEMA DE CROMATOGRAFIA	(0.06931)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.03061)*(0.08772)	(0.07258)*(0.20738)	(0.02703)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.044981060
10	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	(0.0198)*(0.08772)	(0.07143)*(0.02935)	(0.03883)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.05882)*(0.20738)	0.037902389
11	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA PARA EL SISTEMA DE COMPRESION DE GAS NATURAL	(0.0396)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.04082)*(0.08772)	(0.05645)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.07843)*(0.20738)	0.065698388
12	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA EN CITY GATE	(0.0495)*(0.08772)	(0.05714)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.09184)*(0.08772)	(0.02419)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.09804)*(0.20738)	0.068419334
13	SISTEMA DE COMPRESION DE AIRE PARA INSTRUMENTACION	(0.05941)*(0.08772)	(0.07143)*(0.02935)	(0.06796)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.00806)*(0.20738)	(0.08108)*(0.32352)	(0.09804)*(0.20738)	0.065677458
14	SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL GAS NATURAL	(0.0099)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.08065)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.039335353
15	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	(0.09901)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.08738)*(0.05692)	(0.10204)*(0.08772)	(0.06452)*(0.20738)	(0.09459)*(0.32352)	(0.15686)*(0.20738)	0.102058467
16	SISTEMA DE ALIVIO DE PRESION	(0.06931)*(0.08772)	(0.08571)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.01613)*(0.20738)	(0.06757)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.050961927
17	SISTEMA DE CONTROL LOCAL	(0.07921)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.04854)*(0.05692)	(0.07143)*(0.08772)	(0.03226)*(0.20738)	(0.06757)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.049012322
18	SISTEMA DE INSTRUMENTACION	(0.09901)*(0.08772)	(0.01429)*(0.02935)	(0.05825)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.04839)*(0.20738)	(0.09459)*(0.32352)	(0.03922)*(0.20738)	0.068352003
19	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	(0.0198)*(0.08772)	(0.1)*(0.02935)	(0.02913)*(0.05692)	(0.08163)*(0.08772)	(0.02419)*(0.20738)	(0.01351)*(0.32352)	(0.01961)*(0.20738)	0.026947006

ANEXO 3
CODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE
CALENTAMIENTO

UBICACION TECNICA / CODIFICACION

DESCRIPCION

GN

GN-LM

GN-LM-ES

GN-LM-ES-CGA

GN-LM-ES-CGA-CALENTA

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-CAL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SAG
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SAA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-QMD
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SRA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-INS
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SEL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-CAL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-SAG
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-SAA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-QMD
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-SRA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-INS
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-SEL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03

GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-CAL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-SAG
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-SAA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-QMD
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-SRA
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-INS
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-SEL
 GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03-SCA

GN-LM-ES-CG2

GN-LM-ES-CG2-CALENTA

GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01

GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-CAL
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-SAG
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-SAA
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-QMD
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-SRA
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-INS
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-SEL
 GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02

SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL
SISTEMA DE DISTRIBUCION LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

ESTACIONES DE REGULACION Y MEDICION

CITY GATE LURIN

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
 QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
 SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
 INSTRUMENTACION Y CONTROL
 SISTEMA ELECTRICO
 SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
 QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
 SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
 INSTRUMENTACION Y CONTROL
 SISTEMA ELECTRICO
 SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO C

CALENTADOR
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
 QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
 SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
 INSTRUMENTACION Y CONTROL
 SISTEMA ELECTRICO
 SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

CITY GATE LURIN 2

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
 QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
 SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
 INSTRUMENTACION Y CONTROL
 SISTEMA ELECTRICO
 SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02-SCA
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-CAL
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-SAG
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-SAA
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-QMD
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-SRA
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-INS
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-SEL
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03-SCA
GN-LM-ES-PAC
GN-LM-ES-PAC-CALENTA
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-VIC
GN-LM-ES-VIC-CALENTA
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-IC2
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-MOL
GN-LM-ES-MOL-CALENTA
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-IC2

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO C

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP PACHACUTEC 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
INTERCAMBIADOR DE CALOR B
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
INTERCAMBIADOR DE CALOR B

	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-AT1		<u>ERP ATOCONGO 50/10</u>
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-IC2	INTERCAMBIADOR DE CALOR B
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-AT2		<u>ERP ATOCONGO 50/5</u>
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-IC2	INTERCAMBIADOR DE CALOR B
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-SU1		<u>ERP SURCO 50/10</u>
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-SU2		<u>ERP SURCO 50/5</u>
	GN-LM-ES-SU2-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>

GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-LIM
GN-LM-ES-LIM-CALENTA
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-IC2
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-PCC
GN-LM-ES-PCC-CALENTA
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-LUR
GN-LM-ES-LUR-CALENTA
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP LIMA 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
INTERCAMBIADOR DE CALOR B
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP PACHACAMAC 50/5

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP LURIN 50/5

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-SLO		<u>ERP SAN LORENZO 50/3</u>
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-SEL	SISTEMA ELECTRICO

GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03-SCA
GN-LM-ES-TER
GN-LM-ES-TER-CALENTA
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-SMA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-MQ1
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02

SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP GAMBETTA 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP SAN MARTIN 50/19

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP MAQUINARIAS 50/19

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03

GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-CAL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-IC1
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-SAG
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-SAA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-QMD
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-SRA
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-INS
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-SEL
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03-SCA

GN-LM-ES-PQA

GN-LM-ES-PQA-CALENTA

GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01

GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-AL1

GN-LM-ES-AL1-CALENTA

GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01

GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02

GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-QMD

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO C

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERM ALICORP 01

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA

	GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-AL2		<u>ERM ALICORP 02</u>
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-ARG		<u>ERP ARGENTINA 50/10</u>
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-IC2	INTERCAMBIADOR DE CALOR B
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA
GN-LM-ES-SDF		<u>ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS</u>
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA	<u>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</u>
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-CAL	CALENTADOR
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-IC1	INTERCAMBIADOR DE CALOR A
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-SAG	SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-SAA	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-QMD	QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-SRA	SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-INS	INSTRUMENTACION Y CONTROL
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-SEL	SISTEMA ELECTRICO
	GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01-SCA	SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-AGU

GN-LM-ES-AGU-CALENTA

GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-IC2
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-IC3
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-FUN

GN-LM-ES-FUN-CALENTA

GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-IC2
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-PRI

GN-LM-ES-PRI-CALENTA

GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-SEL

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP EL AGUSTINO 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
INTERCAMBIADOR DE CALOR B
INTERCAMBIADOR DE CALOR C
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP FUNCAL 50/5

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
INTERCAMBIADOR DE CALOR B
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP PRIALE 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO

GN-LM-ES-ATA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02-SCA
GN-LM-ES-CCE
GN-LM-ES-CCE-CALENTA
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-PAM
GN-LM-ES-PAM-CALENTA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-IC1
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01-SCA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02

GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01-SCA

SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP ATARJEJA 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP CARRETERA CENTRAL 50/10

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP LA PAMPILLA 50/19

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

GN-01

GN-01-ES

GN-LM-ES-CHI

GN-LM-ES-CHI-CALENTA

GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01

GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02

GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02-SCA

GN-02

GN-02-ES

GN-LM-ES-CH1

GN-LM-ES-CH1-CALENTA

GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01

GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02

GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-IC1
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02-SCA

CALENTADOR

INTERCAMBIADOR DE CALOR A
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE DISTRIBUCION CHILCA

ESTACIONES DE REGULACION Y MEDICION

ESTACION CHILCA 01

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE DISTRIBUCION TERMOCHILCA

ESTACIONES DE REGULACION Y MEDICION

ERP CHILCA 150/50

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02-SCA

GN-LM-ES-CH2

GN-LM-ES-CH2-CALENTA

GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01

GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02

GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-SRA
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02-SCA

GN-03

GN-03-ES

GN-LM-ES-CAÑ

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-CAL
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-SAG
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-SAA
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-QMD
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-SRA
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-INS
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-SEL
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01-SCA

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-CAL
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-SAG
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-SAA
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-QMD
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-SRA

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ERP CHILCA 50/19

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE DISTRIBUCION CAÑETE

ESTACIONES DE REGULACION Y MEDICION

ESTACION CAÑETE

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

SISTEMA DE CALENTAMIENTO A

CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA
INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

SISTEMA DE CALENTAMIENTO B

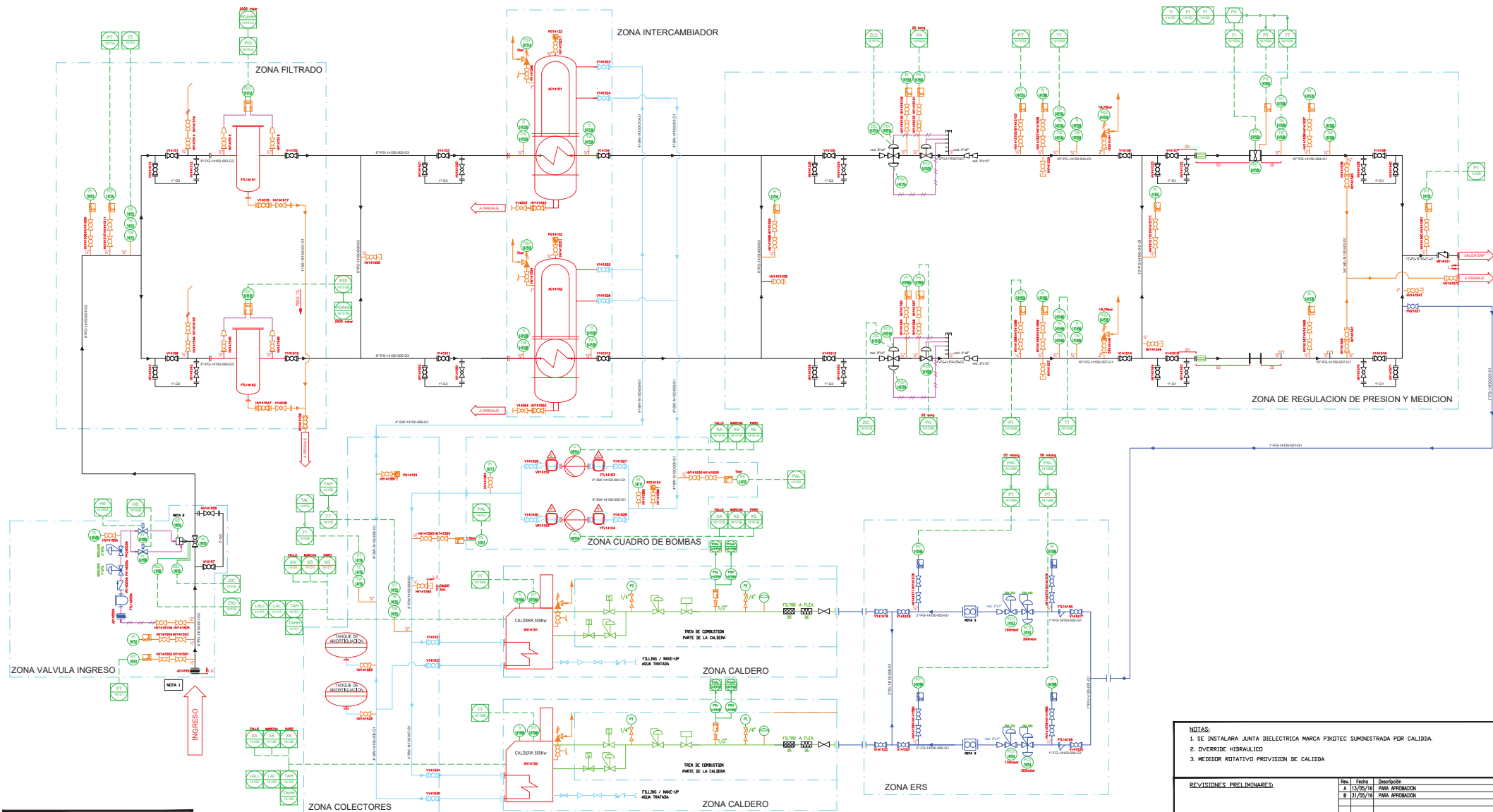
CALENTADOR
SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE
QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA
SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA

GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-INS
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-SEL
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02-SCA

INSTRUMENTACION Y CONTROL
SISTEMA ELECTRICO
SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

ANEXO 4

**P&ID MODELO DE UNA ESTACIÓN DE
REGULACIÓN DE PRESIÓN
(ERP)**





DATOS DISEÑO ERM:
 CAUDAL: 50.000 Sm³/h
 Pentrada: 50-27 barg
 Psalida: 19 barg

NOTAS:

- SE INSTALARA JUNTA DIELECTRICA MARCA PIKOTEC SUMINISTRADA POR CALIDA.
- OVERDEE HIDRAULICO
- MEDIDOR ROTATIVO PROVISION DE CALIDA

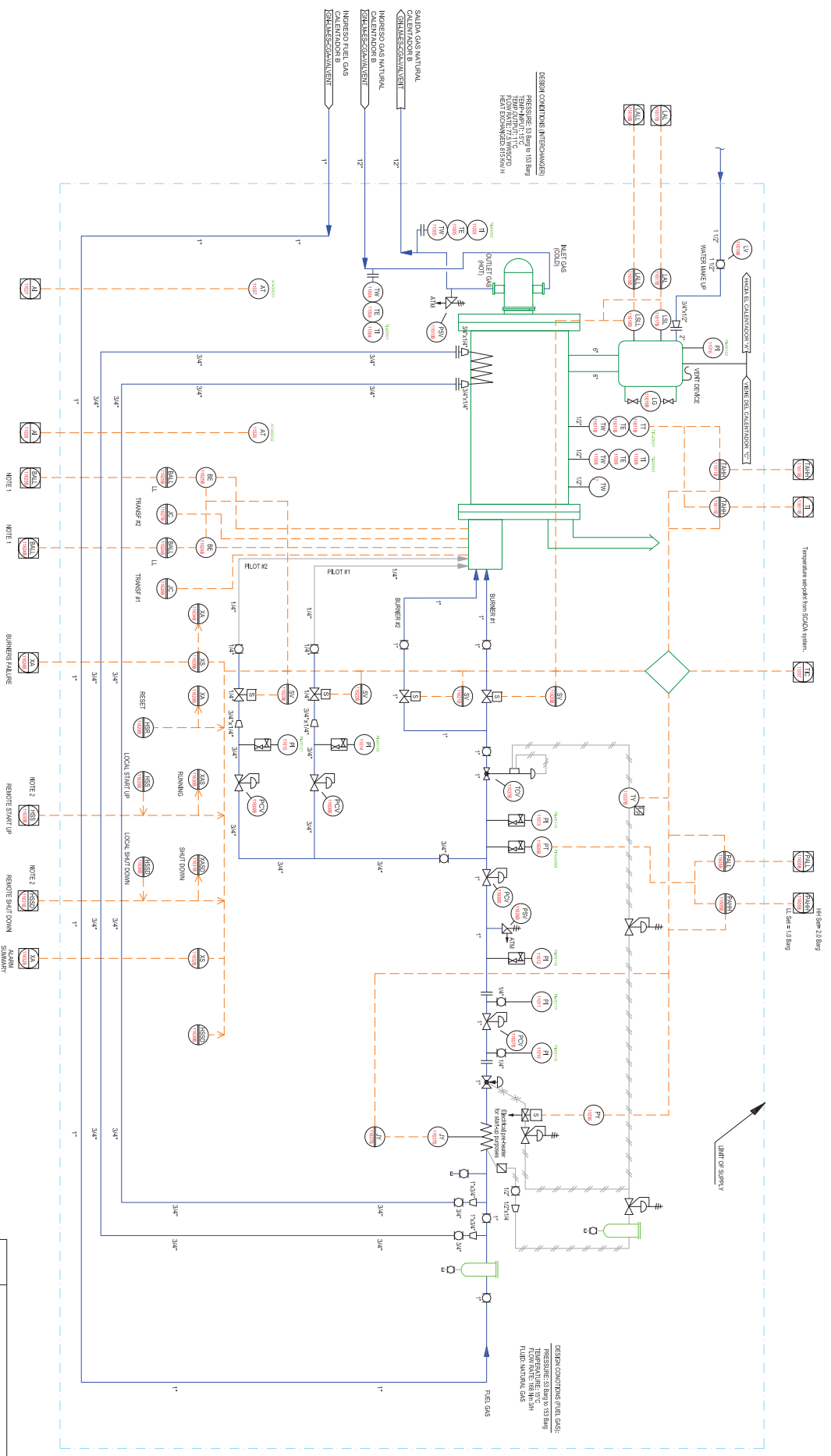
REVISIONES PRELIMINARES:

Rev.	Fecha	Descripción
A	13/05/16	PARA APROBACION
B	13/05/16	PARA APROBACION

Cliente / Otro  INSTALACION DE GAS NATURAL SAN MARTIN ERP-13-596			
TITULO: PLANO DE PROCESOS E INSTRUMENTACION P&ID		Fecha 13/05/16	Nombre TRC
N° Plano 14150-R-DP-001		Escala S/E	Modificaciones: C 27/05/16 PARA APROBACION D 14/07/16 PARA APROBACION E 25/07/16 PARA APROBACION F 27/07/16 PARA APROBACION G 02/08/16 APROBADO

ANEXO 5
P&ID MODELO DE UN SISTEMA DE
CALENTAMIENTO

CALENTADOR B - CITY GATE 1



DESIGN CONDITIONS FUEL GAS:
 PRESSURE: 53 Bar @ 153 Bar
 TEMPERATURE: 10°C
 FLOW RATE: 17.73 MWOP
 FUEL: NATURAL GAS

DESIGN CONDITIONS INTERCHANGER:
 PRESSURE: 53 Bar @ 153 Bar
 TEMPERATURE: 10°C
 FLOW RATE: 17.73 MWOP
 FUEL: NATURAL GAS

NOTE 1:
 System status file tube to SCSDA system.

NOTE 2:
 Signals of remote start-up and shutdown from SCSDA system

REVISION	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD
1	EMITIDO PARA REVISION	12/NOV/12	ING	AC
2	EMITIDO PARA REVISION	02/MAY/12	ING	AC
3	EMITIDO PARA REVISION	20/DEC/12	ING	EC
4	EMITIDO PARA REVISION	17/NOV/12	ING	LS

Calidda
 GAS NATURAL DEL PERU
 GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO

PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM (P&ID)

GN-LM-ES-CGA-CALENTAD2
 SISTEMA CALENTADORES - CALENTADOR B
 CITY GATE

GN-LM-ES-CGA-CALENTAD2
 ESC: MA SIZE: A2

ANEXO 6

**ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE
FALLA DEL SISTEMA DE
CALENTAMIENTO**

FUNCIONES	FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFECTOS DE FALLA
	La temperatura del gas natural se encuentra por encima de 40°C.	1 El seteo de parámetros en el sistema de control automático se encuentra fuera de los rangos óptimos de operación del calentador de la estación.	No podrán detectarse las condiciones anormales de operación. Por tanto, el calentador podría suministrar calor en exceso a pesar de no ser requerido.
		2 Los transmisores de temperatura del sistema se encuentran descalibrados.	No se tendrá la información real acerca de la temperatura de operación, pudiendo detectar "baja temperatura" y encendiendo nuevamente el sistema de calentamiento.
		3 Los transmisores de temperatura del sistema no emite señal correctamente por alguna interferencia.	No se tendrá la información real acerca de la temperatura de operación, pudiendo detectar "baja temperatura" y encendiendo nuevamente el sistema de calentamiento.
		4 El termostato se encuentra descalibrado o defectuoso.	El sistema no se apagará ante una elevación excesiva de temperatura al no accionar en el punto de seteo por alta temperatura.
		5 El presostato (transmisor de presión) de gas en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Paso de mayor cantidad de gas al quemador, al no accionar en el punto de seteo por alta presión. Mala mezcla aire/combustible. Aumento de la temperatura de flama.
		6 El presostato (transmisor de presión) de aire en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Paso de mayor cantidad de aire al quemador, al no accionar en el punto de seteo por alta presión. Exceso de aire en demasía.
		7 Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas están mal seteadas y/o con elementos desgastados o deteriorados.	Proporcionan alta presión al quemador y se produce flama de alta potencia. Falla del equipo por superar las condiciones de diseño. Consumo excesivo de gas natural.
		8 Posicionador de la válvula de control de flujo de aire con deficiencias en la modulación.	Ingreso de mayor flujo de aire al quemador. Aumento de temperatura al no se regularse adecuadamente la flama para un correcto funcionamiento.
		9 Posicionador de la válvula de control de flujo de gas con deficiencias en la modulación.	Ingreso de mayor flujo de gas al quemador. Aumento de temperatura al no se regularse adecuadamente la flama para un correcto funcionamiento.
		10 Válvula de control de flujo de aire (damper) se atasca en posición totalmente abierta.	Ingreso de mayor flujo de aire al quemador. Aumento de temperatura al no se regularse adecuadamente la flama para un correcto funcionamiento.
		11 Válvula de control de flujo de gas (damper) se atasca en posición totalmente abierta.	Ingreso de mayor flujo de gas al quemador. Aumento de temperatura al no se regularse adecuadamente la flama para un correcto funcionamiento.
		12 El servomotor para modulación de flama se encuentra desenergizado.	No hay accionamiento en la modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de aumento de temperatura.
		13 Los discos de aire primario y secundario no tienen libre giro, y se atascan en una posición con alta proporción de apertura.	No se puede regular el paso de aire al quemador para la combustión, ocasionando mayor flujo de ingreso del mismo.
		14 Desajuste mecánico en los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de aumento de temperatura.
		15 Desgaste del sistema mecánico entre la unión y los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de aumento de temperatura.
		16 El servomotor para modulación de flama se encuentra quemado.	No hay accionamiento en la modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de aumento de temperatura del sistema.
		17 El eje del servomotor se encuentra pandeado.	Desalineamiento del sistema de varillaje y daño a los componentes de modulación. Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de aumento de temperatura.
		18 La Unidad de Transmisión Remota (RTU) con falla de comunicación.	No se envía la información correcta al PLC-SCADA. No se puede controlar el proceso al no poder identificar posibles elevaciones de temperatura.
		19 Cableado del sistema de control local y/o la fibra óptica se encuentran sin continuidad de señal o desconectados.	No hay detección de las variables de funcionamiento. No se puede controlar el proceso al no poder identificar posibles elevaciones de temperatura.
		1 El seteo de parámetros en el sistema de control automático se encuentra fuera de los rangos óptimos de operación del calentador de la estación.	No podrán detectarse las condiciones anormales de operación. Por tanto, el calentador podría no suministrar calor cuando se requiera.
		2 Los transmisores de temperatura del sistema se encuentran descalibrados.	No se tendrá la información real acerca de la temperatura de operación, pudiendo no detectar la baja temperatura del proceso y no encendiendo el sistema en forma automática.
		3 Los transmisores de temperatura del sistema no emite señal correctamente por alguna interferencia.	No hay un correcto control de la temperatura de operación, pudiendo no detectar bajas temperaturas en el proceso.
		4 El termostato no acciona en el punto de seteo por baja temperatura.	El sistema no se encenderá ante una caída de temperatura al no accionar en el punto de seteo por baja temperatura lo cual ocasionará la disminución de la misma.
		5 El presostato (transmisor de presión) de gas en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Paso de menor cantidad de gas al quemador, al no accionar en el punto de seteo por alta presión.
		6 El presostato (transmisor de presión) de aire en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Paso de menor cantidad de aire al quemador, al no accionar en el punto de seteo por alta presión.

La temperatura del gas natural se encuentra por debajo de 25°C.

7	Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas están mal seteadas y/o con elementos desgastados o deteriorados.	Proporcionan baja presión de gas al quemador.
8	Posicionador de la válvula de control de flujo de aire con deficiencias en la modulación.	Paso de menor flujo de aire al quemador. No se produce flama suficiente para elevar la temperatura del sistema.
9	Posicionador de la válvula de control de flujo de gas con deficiencias en la modulación.	Paso de menor flujo de gas al quemador. No se produce flama suficiente para elevar la temperatura del sistema.
10	Válvula de control de flujo de aire (damper) se atasca en posición parcialmente abierta.	Paso de menor flujo de aire al quemador. No se produce flama suficiente para elevar la temperatura del sistema.
11	Válvula de control de flujo de gas (damper) se atasca en posición parcialmente abierta.	Paso de menor flujo de gas al quemador. No se produce flama suficiente para elevar la temperatura del sistema.
12	El servomotor para modulación de flama se encuentra desenergizado.	No hay accionamiento en la modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de disminución de temperatura.
13	Desajuste mecánico en los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de disminución de temperatura.
14	Desgaste del sistema mecánico entre la unión y los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de disminución de temperatura.
15	El servomotor para modulación de flama se encuentra quemado.	No hay accionamiento en la modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de disminución de temperatura.
16	El eje del servomotor se encuentra pandeado.	Desalineamiento del sistema de varillaje y daño a los componentes de modulación. Incorrecta modulación de flama para obtener la temperatura requerida. Posibilidad de disminución de temperatura.
17	La Unidad de Transmisión Remota (RTU) con falla de comunicación.	No se envía la información correcta al PLC-SCADA. No se puede controlar el proceso al no poder identificar posibles elevaciones de temperatura.
18	Cableado del sistema de control local y/o la fibra óptica se encuentran abiertos o desconectados.	No hay detección de las variables de funcionamiento. No se puede controlar el proceso al no poder identificar posibles caídas de temperatura.
19	Las válvulas de bloqueo manuales de la línea de recirculación de agua se encuentran en posición incorrecta.	El paso de agua caliente se encuentra estrangulado y no permite calentar bien el gas.
20	El nivel de agua en el calentador y/o intercambiador de calor se encuentra bajo.	El baño de agua no cubre en su totalidad al serpentín de tubos que contienen gas natural.
21	El filtro de agua en la línea de recirculación se encuentra saturado.	Restricción del flujo de recirculación de agua en el sistema, lo cual produce una mala transferencia de calor hacia el gas natural.
22	El impulsor de la bomba de recirculación se encuentra desgastado, erosionado o dañado.	Bajo caudal de recirculación de agua en el sistema, lo cual produce una mala transferencia de calor hacia el gas natural.
23	El impulsor de la bomba de recirculación se encuentra obstruido de impurezas y sedimentos.	Bajo caudal de recirculación de agua en el sistema, lo cual produce una mala transferencia de calor hacia el gas natural.
24	El motor de la bomba de recirculación de agua ofrece menor número de revoluciones que las de diseño.	Bajo caudal de recirculación de agua en el sistema, lo cual produce una mala transferencia de calor hacia el gas natural.
25	El motor de la bomba de recirculación de agua se encuentra quemado.	No hay circulación de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.
26	Tanque hidroneumático con diafragma roto.	Pérdida de colchón de aire y caída de presión de agua en el sistema, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
27	El impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra desgastado, erosionado o dañado.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
28	El impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra obstruido de impurezas y sedimentos.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
29	El motor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra quemado.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
30	El motor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático ofrece menor número de revoluciones que las de diseño.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
31	La toma de aire para combustión se encuentra obstruida o sucia.	No ingresa al quemador el aire suficiente para producir una mezcla rica de aire/combustible. No hay buena eficiencia de combustión.

Calentar agua de tal manera que, al hacer intercambio de calor de forma indirecta, el gas de la línea de distribución que circula aguas abajo de válvula reguladora del ramal activo, se encuentre seco (libre de rastros de agua) y a una temperatura dentro del rango de 25°C y 40°C.

32	El rotor del ventilador se encuentra desgastado.	El ventilador no proporciona la cantidad de aire necesaria para producir una buena mezcla aire/combustible.
33	El motor del ventilador ofrece menor número de revoluciones que las de diseño.	El ventilador no proporciona la cantidad de aire necesaria para producir una buena mezcla aire/combustible.
34	Los discos de aire primario y secundario no tienen libre giro, y se atascan en una posición con poca proporción de apertura.	No se puede regular el paso de aire al quemador para la combustión, ocasionando menor flujo de ingreso del mismo.
35	El filtro de aire en el tren de alimentación se encuentra saturado.	Obstrucción en el ingreso de aire al quemador. Reducción del flujo.
36	Los tubos conductores de gas en el intercambiador de calor se encuentran con incrustaciones y/o recubiertos de caliche.	Mala transferencia de calor a través de los tubos del intercambiador. No se obtendrá la temperatura deseada para el gas natural. Incremento innecesario en el consumo de combustible para obtener la temperatura deseada.
37	Los tubos de fuego del calentador se encuentran con incrustaciones y/o recubiertos de caliche.	Mala transferencia de calor a través de los tubos de fuego del calentador. No se obtendrá la temperatura deseada para el gas natural. Incremento innecesario en el consumo de combustible para obtener la temperatura deseada.
38	La cámara de combustión se encuentra hollinada, sucia y obstruida.	Impide una correcta combustión y transferencia de calor hacia el agua. Incremento innecesario en el consumo de combustible para obtener la temperatura deseada.
39	El filtro de gas en el tren de alimentación se encuentra saturado.	Pérdida de carga (caída de presión) en el ingreso de gas natural al quemador. Reducción del flujo.
40	Los transmisores de nivel de agua se encuentran quemados, corroídos o en circuito eléctrico abierto.	Podría no detectar un "muy bajo nivel de agua", con lo cual con habría buena transferencia de calor debido a que el baño de agua no logra cubrir el haz de tubos que contienen gas natural.
41	Fractura, fisura o picadura de uno o varios tubos de fuego del calentador.	Mezcla de agua y gases de combustión, generando pérdidas de energía. Aceleración del proceso de corrosión interna de tubos de fuego por ingreso de agua.
42	Picadura de uno o varios tubos conductores de gas en el intercambiador de calor.	Mezcla de agua caliente y gas natural de proceso, generando pérdidas de producto y probable ingreso de agua a la línea de distribución ejerciendo una condición contaminante. Podría detectarse la temperatura del agua y no la del gas.
1	El tablero de control y fuerza del calentador se encuentra desenergizado.	El sistema no cuenta con energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que los elementos de accionamiento eléctrico estarían inoperativos.
2	Algún contactor, relé termico, o interruptor termomagnético se encuentra abierto o quemado.	No se logra alimentar de energía a los equipos de consumo eléctrico final. No podría encenderse el sistema.
3	El panel de operador (panel view) no enciende.	No es posible encender el sistema ni controlarlo emitiendo órdenes al mismo en función de las necesidades de cada momento.
4	El pulsador de encendido no hace contacto eléctrico.	No es posible encender el sistema de forma manual.
5	Las válvulas de bloqueo manuales de ingreso y salida de gas para alimentación al quemador se encuentran en posición incorrecta.	No ingresa gas al quemador, por ende, no hay combustión para producir la flama.
6	El transformador de encendido se encuentra quemado, cortocircuitado o sin continuidad eléctrica en los devanados.	No se genera el voltaje necesario para producir la chispa de ignición. Por lo tanto, no se produce la flama del piloto y en consecuencia, tampoco la flama principal.
7	El amplificador de ionización se encuentra dañado (falla en circuito cerrado).	No llega corriente lo suficientemente alta como para detectar la flama.
8	El amplificador de ionización se encuentra quemado (falla en circuito abierto).	Se abre el circuito y no circula la corriente para detectar la flama.
9	El electrodo de ionización se encuentra desconectado.	No se produce la corriente de detección de flama y, en consecuencia, ésta no hay estabilización de la misma.
10	El electrodo de ionización se encuentra cristalizado, deteriorado y/o partido.	No se produce la corriente de detección de flama y, en consecuencia, ésta no hay estabilización de la misma.
11	Fotocelda UV o Infrarroja se encuentra desconectada, sucia, deteriorada o descompuesta.	No se produce la corriente de detección de flama y, en consecuencia, ésta no hay estabilización de la misma.
12	El electrodo de ignición se encuentra desconectado, cristalizado, deteriorado y/o partido.	No se produce la chispa de ignición.
13	Electrodo de ignición choca con las paredes de la tobera generando chispa en el interior de ella.	Se produce la flama en el interior de la tobera y no en la cámara de combustión, lo que ocasionará falla en el material de la tobera por las altas temperaturas.
14	El seteo de parámetros en el sistema de control automático se encuentra fuera de los rangos óptimos de operación del calentador de la estación.	No podrán detectarse las condiciones anormales de operación. Por tanto, el calentador no encenderá cuando se requiera.

C El Sistema de Calentamiento no enciende.

15	Algún autómat (PLC) se encuentra defectuoso o no funciona por falla de condensador, relé, fusible o batería.	No se podrá controlar el proceso, por lo cual no encenderá el equipo.
16	Los transmisores de temperatura del sistema se encuentran descalibrados.	No se detecta una posible baja temperatura post-regulación del gas natural, por lo que no se activaría el sistema de calentamiento.
17	Los transmisores de temperatura del sistema no emite señal correctamente por alguna interferencia.	No se detecta una posible baja temperatura post-regulación del gas natural, por lo que no se activaría el sistema de calentamiento.
18	El termostato no acciona en el punto de seteo por baja temperatura.	No se detecta baja temperatura de agua en el sistema, por lo que el sistema de calentamiento no se activa.
19	El presostato (transmisor de presión) de gas en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Podría detectarse alta o baja presión de gas, ocasionando que el sistema no encienda o se apague.
20	El presostato (transmisor de presión) de aire en el tren de alimentación se encuentra descalibrado o defectuoso.	Podría detectarse alta o baja presión de aire, ocasionando que el sistema no encienda o se apague.
21	Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas mal seteadas.	Las válvulas reguladoras pueden presentar falla cerrada, con lo cual se impediría el paso de gas al quemador.
22	Las válvulas reguladoras del tren de alimentación tienen elementos internos dañados o deteriorados.	Las válvulas reguladoras pueden presentar falla cerrada, con lo cual se impediría el paso de gas al quemador.
23	El posicionador de la válvula de control de flujo de aire se encuentra inoperativo.	No se apertura la válvula de control de flujo, impidiendo el paso de gas al quemador.
24	El posicionador de la válvula de control de flujo de gas se encuentra inoperativo.	No se apertura la válvula de control de flujo, impidiendo el paso de aire al quemador.
25	Válvula de control de flujo de aire (damper) se atasca en posición totalmente cerrada.	Se bloquea el paso de aire al quemador con lo cual no produce combustión ni el barrido interno inicial.
26	Válvula de control de flujo de gas (damper) se atasca en posición totalmente cerrada.	Se bloquea el paso de gas al quemador con lo cual no se produce combustión.
27	Válvula de bloqueo automático "shut-off" presenta falla en posición cerrada.	Se bloquea el paso de gas al quemador con lo cual no se produce combustión.
28	El servomotor para modulación de flama se encuentra desenergizado.	No hay modulación de flama para obtener la temperatura requerida ni correcto pre-barrido de los tubos internos. El sistema no enciende.
29	Desajuste mecánico en los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	No hay modulación de flama para obtener la temperatura requerida ni correcto pre-barrido de los tubos internos. El sistema no enciende.
30	Desgaste del sistema mecánico entre la unión y los varillajes de interconexión (entre las válvulas moduladoras de gas y aire) del servomotor para modulación de flama.	No hay modulación de flama para obtener la temperatura requerida ni correcto pre-barrido de los tubos internos. El sistema no enciende.
31	El servomotor para modulación de flama se encuentra quemado.	No hay accionamiento en la modulación de flama para obtener la temperatura requerida. El sistema no enciende.
32	El eje del servomotor se encuentra pandeado.	Desalineamiento del sistema de varillaje y daño a los componentes de modulación. No hay modulación de flama para obtener la temperatura requerida. El sistema no enciende.
33	El nivel de agua en el calentador y/o intercambiador de calor se encuentra muy bajo.	La lógica del proceso no permitirá encender el sistema o lo apagará por falta de agua.
34	Los transmisores de nivel de agua se encuentran quemados, corroídos o en circuito eléctrico abierto.	Podría no detectar un "muy bajo nivel de agua", con lo cual podría fallar el Sistema de Calentamiento por falta de carga o "trabajo en vacío).
35	El transmisor de nivel de agua emite falsas señales.	Podría emitir una falsa señal de "muy bajo nivel de agua", con lo cual, no sería posible encender el sistema por supuesta falta de agua.
36	La toma de aire para combustión se encuentra completamente obstruida.	No ingresa el aire necesario para el barrido interno inicial y detección de presión mínima de aire para la combustión.
37	El rotor del ventilador presenta rotura.	No se impulsa el aire necesario para el barrido interno inicial y detección de presión mínima de aire para la combustión. Emisión excesiva de ruido.
38	El motor de ventilador ofrece muy bajo número de revoluciones.	No se impulsa el aire necesario para el barrido interno inicial y detección de presión mínima de aire para la combustión.
39	El motor del ventilador se encuentra quemado.	No funciona el ventilador, con lo cual, no se impulsa el aire necesario para el barrido interno inicial y detección de presión mínima de aire para la combustión.

		40	Conjunto motor-ventilador se encuentra desalineado.	Falla en los rodamientos, pérdidas de energía, incremento de vibraciones mecánicas, exceso de calor en componentes.
		41	El rodamiento del ventilador se encuentra roto, agarratado o desgastado.	No hay correcta transmisión mecánica. Pueden fallar otros componentes del conjunto motor-ventilador comprometiendo el suministro de aire para la combustión.
		42	Los discos de aire primario y secundario no tienen libre giro, y se atascan en posición casi cerrada.	No se puede regular el paso de aire al quemador para la combustión, impidiendo el ingreso del mismo.
		43	Los rodamientos del motor del ventilador de aire primario se encuentran rotos, agarratados o desgastados.	Calentamiento del motor, obstrucción al giro y daño al eje de transmisión de potencia mecánica.
		44	El filtro-regulador de aire de la línea de alimentación al piloto se encuentra obstruido o completamente cerrado.	No hay paso de aire para producir la flama piloto del quemador.
		45	El interruptor de presión de aire del quemador se encuentra desconectado, quemado o dañado internamente.	No se puede detectar la presión de aire necesaria para la producir la combustión.
		46	Los reguladores de gas de la línea de alimentación al piloto fallan en posición cerrada.	Se bloquea el paso de gas hacia el piloto del quemador, impidiendo producir la combustión.
		47	Programador de encendido desconectado, quemado o defectuoso.	No permite efectuar correctamente la secuencia de arranque y/o controlar el proceso en general.
		48	El filtro de aire en el tren de alimentación se encuentra saturado y totalmente obstruido.	Obstrucción en el ingreso de aire al quemador. No se produce combustión por falta de comburente.
		49	El filtro de gas en el tren de alimentación se encuentra saturado y totalmente obstruido.	Obstrucción en el ingreso de gas natural al quemador. No se produce combustión por falta de combustible.
		50	No hay accionamiento en las electroválvulas del tren de alimentación de aire o presentan falla en posición cerrada.	Obstrucción en el ingreso de aire al quemador. No se produce combustión por falta de comburente.
		51	No hay accionamiento en las electroválvulas del tren de alimentación de gas o presentan falla en posición cerrada.	Obstrucción en el ingreso de gas natural al quemador. No se produce combustión por falta de combustible.
		52	La tobera de inyección de mezcla combustible se encuentra hollinada, sucia y obstruida.	No hay una correcta inyección de mezcla aire/combustible en la cámara de combustión, lo cual podría obstaculizar la producción de flama.
		53	La cámara de combustión del quemador se encuentra internamente sucia.	Impide una correcta combustión y transferencia de calor hacia el agua.
	D	1	Los tubos del intercambiador de calor se encuentran corroídos, agrietados, erosionados y/o con bajo espesor.	Falla súbita del material de la tubería, permitiendo así el paso de agua al gas destinado para distribución.
		2	Los tubos del intercambiador de calor se encuentran fracturados, fisurados o picados.	Mezcla de agua caliente y gas natural de proceso, generando pérdidas de producto y probable ingreso de agua a la línea de distribución ejerciendo una condición contaminante.
		3	La unión soldada entre los tubos del intercambiador de calor y el cabezal de tubos se encuentra con porosidades, fisuras o agrietamientos.	Mezcla de agua caliente y gas natural de proceso, generando pérdidas de producto y probable ingreso de agua a la línea de distribución ejerciendo una condición contaminante.
		4	El cabezal de tubos del intercambiador de calor se encuentra erosionado, roto, fisurado, picado o agrietado.	Mezcla de agua caliente y gas natural de proceso, generando pérdidas de producto y probable ingreso de agua a la línea de distribución ejerciendo una condición contaminante.
	A	1	El presostato (transmisor de presión) de agua descalibrado o seteado fuera del rango de operación.	Soplado de empaquetaduras, sobreesfuerzo del sistema y fallas mecánicas por aumento descontrolado de presión y temperatura debido a que erróneamente se detecta baja presión.
		2	La válvula de alivio del calentador se encuentra descalibrada y/o inoperativa.	Soplado de empaquetaduras, sobreesfuerzo del sistema y fallas mecánicas ante la posibilidad de aumento descontrolado de presión.
		3	La válvula de alivio del tanque hidroneumático se encuentra descalibrada y/o inoperativa.	Soplado de empaquetaduras, sobreesfuerzo del sistema y fallas mecánicas ante la posibilidad de aumento descontrolado de presión.
		4	Los transmisores de nivel de agua se encuentran quemados, corroídos o en circuito eléctrico abierto.	Aumento excesivo de presión por sobrellenado del sistema, superando la capacidad nominal de diseño.
		5	La válvula de alivio del intercambiador de calor se encuentra descalibrada y/o inoperativa.	Soplado de empaquetaduras, sobreesfuerzo del sistema y fallas mecánicas ante la posibilidad de aumento descontrolado de presión.
		6	El termostato se encuentra descalibrado o defectuoso.	El sistema no se apagará ante una elevación excesiva de temperatura al no accionar en el punto de seteo por alta temperatura.
		1	El presostato (transmisor de presión) de agua descalibrado o seteado fuera del rango de operación.	No hay circulación de agua por baja presión en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural. Esto debido a que erróneamente se detecta alta presión.

Cuando se requiera, el sistema de recirculación debe desplazar unidireccionalmente el agua, libre de fugas y a un caudal, presión y temperatura determinados.

B	El sistema de recirculación de agua provee bajos niveles de presión, temperatura y/o caudal; en comparación a los requerido para la operación del Sistema de Calentamiento.	2	El termostato no acciona en el punto de seteo por baja temperatura.	El sistema no se encenderá ante una caída de temperatura al no accionar en el punto de seteo por baja temperatura
		3	Tanque hidroneumático con diafragma roto.	Pérdida de presión en la cámara de aire interna y en el sistema.
		4	Tanque hidroneumático con agrietamientos o fisuras.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		5	El impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra desgastado, erosionado o dañado.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
		6	El impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra parcialmente obstruido de impurezas y sedimentos.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.
		7	El motor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático ofrece menor número de revoluciones que las de diseño.	No se puede acumular la energía necesaria (en forma de presión) en el tanque hidroneumático.
		8	El impulsor de la bomba de recirculación se encuentra desgastado, erosionado o dañado.	Reducción del flujo de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.
		9	El impulsor de la bomba de recirculación se encuentra parcialmente obstruido de impurezas y sedimentos.	No hay circulación de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.
		10	El motor de la bomba de recirculación de agua ofrece menor número de revoluciones que las de diseño.	Reducción del flujo de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.
		11	Los filtros de agua se encuentran parcialmente saturados.	Pérdida de carga en el flujo de agua de recirculación. Mala transferencia de calor hacia el gas natural. Se genera vacío en la succión y se sobreesfuerza el sistema de bombeo.
		12	Fuga de agua a través del cuerpo del calentador por agrietamiento, fisura o porosidad.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		13	Fuga de agua a través del intercambiador de calor (junta del circuito de agua).	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		14	Fuga de agua a través de la carcasa del intercambiador de calor por agrietamiento, fisura o picadura.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		15	Fuga de agua a través del sello mecánico de la bomba de recirculación.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		16	Fuga de agua a través de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas.
		17	Purgas excesivas del sistema de calentamiento.	Pérdida innecesaria de calor, presión, temperatura y agua por exceso de purgas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas de energía.
		18	NPSH disponible muy pequeño comparado con el requerido por la bomba a ese flujo.	Se produce el fenómeno de cavitación en la bomba de recirculación de agua.
		19	Presencia de agentes obstrutores en la línea de succión o descarga de agua para recirculación.	Produce aumento de carga y por ende, mayor energía y esfuerzo demandados por la bomba para vencer y menor caudal suministrado. Producción del fenómeno de cavitación.
		20	Los instrumentos de medición instalados en el sistema de recirculación de agua se encuentran descalibrados o mal instalados.	No brindan la información real del proceso, por lo que podrían omitirse fallos en el sistema de recirculación de agua.
		21	La válvula de alivio del sistema de recirculación de agua se encuentra descalibrada.	Desperdicio innecesario de agua por posible accionamiento en bajas presiones. Pérdida de energía.
				1
2	El tablero de control y fuerza del calentador se encuentra desenergizado.			El sistema no cuenta con energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que los elementos de accionamiento eléctrico estarían inoperativos.
3	Algún contactor, relé termico, o interruptor termomagnético está abierto o quemado.			El sistema de bombeo no es alimentado con energía eléctrica.
4	Conjunto motor-bomba (recirculación) se encuentra desalineado.			Falla en los rodamientos, sellos mecánicos, pérdidas de energía (a través del agua), incremento de vibraciones mecánicas, exceso de calor. Falla total del sistema de bombeo.
5	El impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra totalmente obstruido de impurezas y sedimentos.			No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.

C	No hay recirculación de agua en el sistema de calentamiento.	6	El motor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático se encuentra quemado.	No se puede acumular energía (en forma de presión) en el tanque hidroneumático, impidiendo la correcta recirculación de agua y transferencia de calor hacia el gas natural.		
		7	El impulsor de la bomba de recirculación se encuentra totalmente obstruido de impurezas y sedimentos.	No hay circulación de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.		
		8	El motor de la bomba de recirculación de agua se encuentra quemado.	No hay circulación de agua en el sistema, impidiendo así la correcta transferencia de calor hacia el gas natural.		
		9	El rodamiento del motor de la bomba de recirculación se encuentra roto, agarrotado o desgastado.	Calentamiento del motor, obstrucción al giro y daño al eje de transmisión de potencia mecánica.		
		10	Los transmisores de nivel de agua se encuentran quemados, corroidos o en circuito eléctrico abierto.	Disminución de presión y temperatura por auto-apagado del sistema al no detectar el nivel de agua requerido para el sistema.		
		11	No hay suficiente cantidad de agua en el sistema.	El sistema no enciende por falta de agua o la bomba podría trabajar en vacío.		
		12	El sistema hidroneumático no provee la presión necesaria.	No hay presión ni impulso de agua para forzar la recirculación.		
		13	Los filtros de agua se encuentran totalmente saturados.	Obstrucción total al flujo de agua. No habrá intercambio de calor con el gas natural.		
		14	La válvula check obstruye el flujo de agua.	Obstrucción total al flujo de agua. No habrá intercambio de calor con el gas natural.		
		15	La válvula check y no hace retención al parar el sistema (antirretorno).	Desprotección ante posible golpe de ariete y/o contraflujo.		
		A	Fugas de gas por el tren de alimentación (a través de juntas, uniones o componentes de la línea)	1	Las partes blandas de algunos componentes (válvulas, reguladores, etc.) instalados en la línea se encuentran desgastadas.	Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.
				2	Uniones soldadas con porosidades, fisuras o agrietamientos.	Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.
				3	Mal ajuste entre uniones bridadas.	Alojamiento gradual. Pérdida de gas. Consumo adicional e innecesario de combustible para compensar las pérdidas.
				4	Las caras de las bridas se encuentran rayadas.	Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.
				5	Mal ajuste entre uniones roscadas.	Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.
6	Uniones roscadas sin elementos sellantes instalados.			Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.		
7	Empaquetaduras desgastadas.			Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.		
8	Mal ajuste y/o falta de hermeticidad sobre los componentes instalados en la línea de gas (reguladores, medidor, válvulas, instrumentos, filtros, tubings, conectores, etc.)			Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.		
9	Picaduras, erosiones o fisuras presentes en la tubería de alimentación de gas.			Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.		
10	Las electroválvulas del tren de alimentación de gas presentan pase al estar en posición cerrada.			Paso de gas hacia el quemador cuando el sistema se encuentre apagado. Pérdida de gas y creación de atmósfera explosiva desde la cámara de combustión hasta la chimenea del calentador.		
11	Las electroválvulas del tren de alimentación de aire (piloto) presentan pase al estar en posición cerrada.			Paso de aire comprimido hacia el piloto. Pérdida de energía utilizada para la compresión de aire.		
12	Las válvulas reguladoras presentan fuga a través de sus componentes.			Pérdida de gas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.		
		1	El sistema de medición presenta fugas a través de alguno de sus componentes.	Pérdida de gas que puede o no ser considerado en la medición de flujo (dependiendo si la fuga se encuentra aguas abajo o aguas arriba del elemento o sistema contador).		
		2	Computador de flujo averiado (falla en los componentes electrónicos)	No se procesan las señales recibidas para calcular el flujo de gas y se pierde información de consumo.		
		3	El transmisor de temperatura del spool de medición se encuentra inoperativo, desconectado o descalibrado.	Se brinda falsa información respecto de la temperatura de operación, obteniendo un resultado falso en la medición de flujo de gas.		

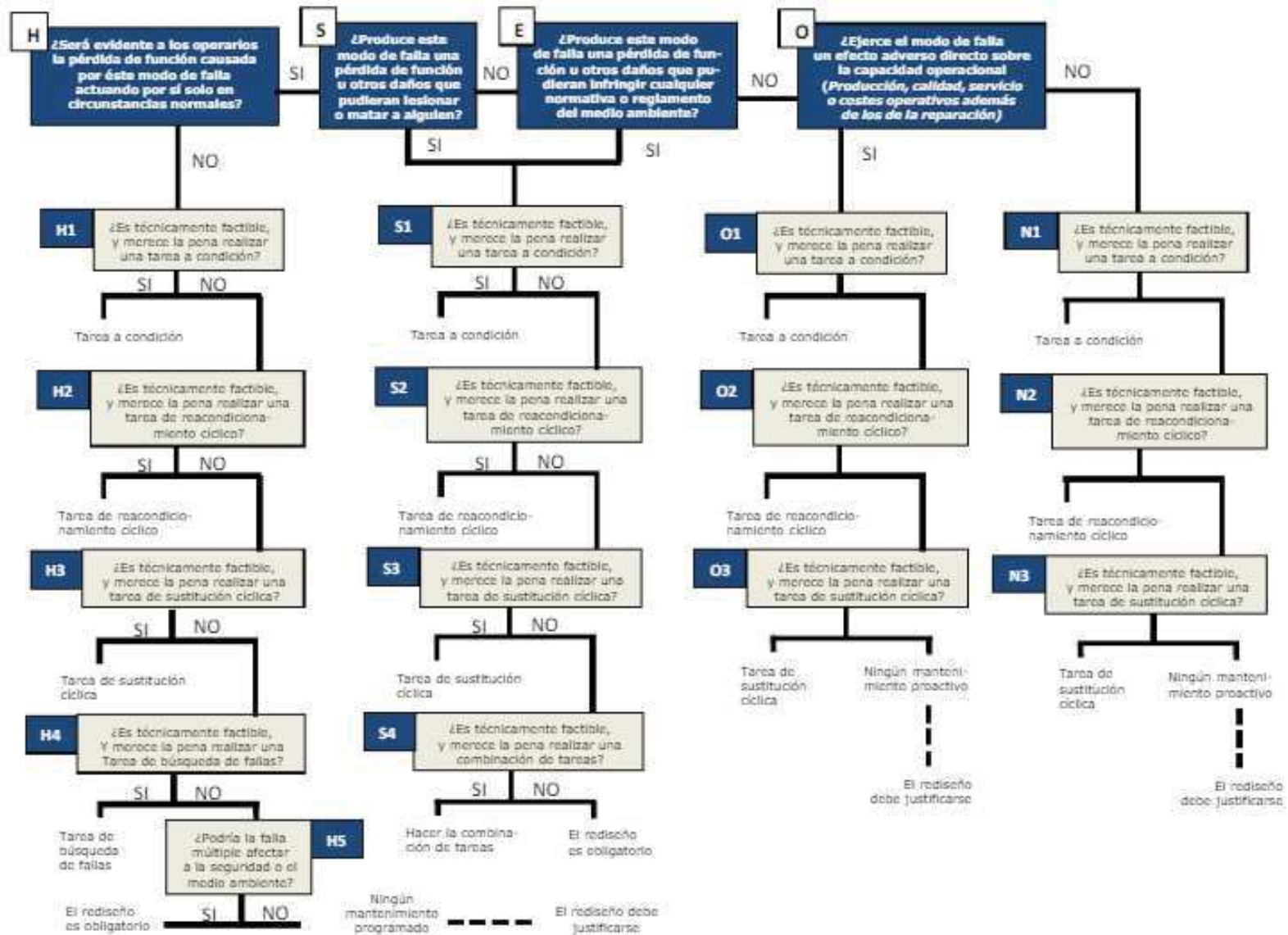
3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.	B	El medidor de flujo de gas no proporciona la información correcta de consumo.	4	El transmisor de presión del spool de medición se encuentra inoperativo, desconectado o descalibrado.	Se brinda falsa información respecto de la presión de operación, obteniendo un resultado falso de medición.				
				5	El contador mecánico se encuentra trabado o presenta resistencia al giro.	Se obstruye el paso de gas y se provee falsa información de consumo del gas natural.				
				6	Contador mecánico con piezas internas fundidas.	Trabamiento mecánico y/o falsa información de la velocidad a la que circula el gas natural.				
				7	Canalización y conexionado eléctrico en mal estado.	Corte de alimentación eléctrica al sistema, cortocircuito, alteración de señales y afectación de los componentes eléctricos y electrónicos.				
				8	El sistema de medición presenta corrosión en su estructura o alguno de sus componentes.	Falla potencial de fuga y daño a los componentes del sistema de medición.				
				9	El filtro del medidor de flujo de gas (gasket filter) se encuentra saturado.	Se obstruye el paso de gas al medidor.				
				10	Amplificador de aislamiento (barrera intrínseca) quemado o averiado.	No hay protección de los componentes de adquisición de datos ante los voltajes de modo común. No hay aislamiento ni protección eléctrica. Representación ruidosa de las señales en tratamiento.				
				11	Las borneras de entrada de pulsos se encuentran deterioradas y/o sucias.	Falso contacto, interrupción de señales, falla de comunicación.				
				12	Los cables de salida de pulsos del medidor se encuentran deteriorados o desconectados.	Falso contacto, interrupción de señales, falla de comunicación.				
				3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.	C	Mayor consumo de gas natural con respecto al ratio habitual.	1	Mala regulación de la mezcla aire/combustible.	Producción de inquemados y monóxido de carbono. Reducción del rendimiento de combustión. Tendencia a incrementar depósitos de carbón y ensuciar los electrodos de ionización/ignición.
								2	Los tubos de fuego se encuentran internamente sucios y/o hollinados.	Impide una correcta transferencia de calor hacia el agua, por lo cual se requiere mayor consumo de gas natural para obtener la temperatura deseada.
								3	La tobera del quemador se encuentra sucia, hollinada y/o obstruida.	No hay una correcta inyección/atomización de mezcla aire/combustible en la cámara de combustión, por lo cual se requiere mayor consumo de gas natural para obtener la temperatura deseada.
4	El hogar se encuentra internamente sucio y hollinado.	Impide una correcta combustión y transferencia de calor hacia el agua, por lo cual se requiere mayor consumo de gas natural para obtener la temperatura deseada.								
5	Los tubos de fuego del calentador se encuentran externamente corroídos y/o recubiertos de incrustaciones.	Consumo adicional innecesario de gas para compensar la mala transferencia de calor.								
6	Los tubos del intercambiador de calor se encuentran externamente corroídos y/o recubiertos de incrustaciones.	Consumo adicional innecesario de gas para compensar la mala transferencia de calor.								
7	Aislamiento térmico del calentador en mal instalado o deteriorado.	Pérdida de calor por radiación y convección con el aire de los alrededores. Consumo innecesario de gas para compensar las pérdidas de energía.								
8	Fugas de agua en el sistema.	Pérdida de calor, presión, temperatura y agua. Consumo adicional de combustible para compensar las pérdidas de energía.								
9	Fugas de gas en el sistema.	Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas.								
10	Purgas excesivas del sistema de calentamiento.	Pérdida innecesaria de calor, presión, temperatura y agua por exceso de purgas. Consumo adicional innecesario de combustible para compensar las pérdidas de energía.								
11	Expulsión de productos inquemados por la chimenea.	Pérdida de calor y combustible a través de productos inquemados. Mayor consumo de combustible para compensar las pérdidas. Disminución de la eficiencia.								
12	Expulsión de gases de escape a altas temperaturas.	Pérdida de energía en forma de calor a través de los gases de combustión. Consumo innecesario de combustible al no haber una correcta transferencia de calor hacia el agua.								
3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.	D	Ingreso de agua al hogar y/o a los tubos de fuego.	1	Fractura, fisura o picadura de uno o varios tubos de fuego del calentador.	Producción de condensado en los gases de combustión. Aceleración del proceso de corrosión en tubos de humo y chimenea.				
				2	Agrietamiento, fisura o picadura de la placa portatubos del calentador.	Producción de condensado en los gases de combustión. Aceleración del proceso de corrosión en tubos de humo y chimenea.				
				3	Agrietamiento, fisura o picadura del hogar.	Producción de condensado en los gases de combustión. Aceleración del proceso de corrosión en tubos de humo y chimenea.				
3	El Sistema de Calentamiento, en general, debe operar en condiciones libres de corrosión, exentas de fugas de fluidos y a un determinado régimen de consumo de gas, el cual debe ser controlado y estar sujeto a medición.			1	La humedad relativa del recinto o ambiente que rodea la infraestructura es mayor al 80%.	Presencia de película de electrolito sobre la superficie de la infraestructura aérea, lo cual generará aceleración del proceso de corrosión.				

E	La infraestructura aérea del Sistema de Calentamiento (calentador, tren de alimentación de gas, tren de alimentación de aire, intercambiador de calor, tuberías, componentes de línea, etc.) presenta corrosión, y defectos y/o discontinuidades en la superficie.	2	La composición química de la atmósfera que rodea la infraestructura contiene contaminantes, tales como dióxido de azufre (SO2) y/o cloruros (salinidad atmosférica).	El SO2 se comportará como un oxidante y la salinidad de la atmósfera aumentará considerablemente la conductividad de la película de electrolito sobre el metal, lo cual se traduce en la aceleración del proceso de	
		3	Presencia de agentes contaminantes visibles (polución, grasas/aceites, etc.) sobre la infraestructura aérea.	Aumento en la velocidad del fenómeno de corrosión sobre la infraestructura aérea.	
		4	Condensación de humedad sobre la superficie metálica de la infraestructura aérea.	Aumento en la velocidad del fenómeno de corrosión sobre la infraestructura aérea.	
		5	Infraestructura aérea presenta corrosión en las superficies pintadas.	Dstrucción y pérdida progresiva del material que conforma la infraestructura del sistema.	
		6	El sistema de recubrimiento (pintura) aplicado presenta defectos y/o discontinuidades.	No habrá una correcta protección de la infraestructura metálica, incrementándose el riesgo de corrosión.	
		7	El espesor de película seca de pintura aplicada sobre la superficie de los elementos que conforman la infraestructura es muy bajo.	Mayor probabilidad de deterioro y/o pérdida del recubrimiento.	
		8	Mala adherencia del recubrimiento (pintura) al sustrato o a otra capa adicional (sistemas multicapa).	Desprendimiento de la capa de recubrimiento (pintura) que protege la superficie de la infraestructura metálica aérea.	
		9	Desgaste o agrietamiento de las tapas del calentador (delantera, trasera y/o superior).	Pérdida de energía por convección y radiación y por fuga de gases calientes. Riesgo de flama expuesta y superficies calientes.	
		10	Desgaste o agrietamiento del refractario.	Pérdida de energía por convección y radiación y por fuga de gases calientes. Riesgo de flama expuesta y superficies calientes.	
		11	El pre-calentador eléctrico presenta discontinuidad eléctrica por abertura en alguno de sus componentes.	Congelamiento y/o formación de condensado en la línea de alimentación de gas producto de la regulación del mismo. Aceleración del proceso de corrosión.	
		12	El pre-calentador eléctrico no proporciona calor suficiente al gas de la línea de alimentación.	Congelamiento y/o formación de condensado en la línea de alimentación de gas producto de la regulación del mismo. Aceleración del proceso de corrosión.	
		4	A	Las variables medidas en campo no coinciden con las monitoreadas de manera remota mediante el SCADA.	1
2	Los transmisores de temperatura del proceso (gas o agua) presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				Omisión de condiciones críticas de operación y/o generación innecesaria de alarmas operativas debido a emisión de señales erradas. Se pierde el control sobre el proceso.
3	Los termómetros analógicos presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				No es posible monitorear correctamente el sistema de forma local. Podría inducir a un diagnóstico equivocado acerca de la correcta operación del sistema.
4	Los manómetros analógicos presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				No es posible monitorear correctamente el sistema de forma local. Podría inducir a un diagnóstico equivocado acerca de la correcta operación del sistema.
5	Los detectores de mezcla explosiva (LEL) presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				Omisión de condiciones peligrosas en el medio que rodea la infraestructura y/o emisión innecesaria de alarmas operativas debido a emisión de señales erradas. Se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como
6	Los detectores de humo presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				Omisión de condiciones peligrosas en el medio que rodea la infraestructura y/o emisión innecesaria de alarmas operativas debido a emisión de señales erradas. Se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como
7	Los detectores de flama presentan deficiencias en la operación y/o se encuentran descalibrados.				Omisión de condiciones peligrosas en el medio que rodea la infraestructura y/o emisión innecesaria de alarmas operativas debido a emisión de señales erradas. Se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como
8	Cableado estructurado interno y borneras de conexión del sistema de control local se encuentran en estado de deterioro y/o sucios.				Falsos contactos, mala conducción de señales al sistema de control local.
9	La fibra óptica del sistema de comunicaciones se encuentra sucia, quebrada o deteriorada.				Comunicación deficiente e incorrecta por atenuación. Reducción de las potencias de transmisión y recepción (dBm).
E	El Sistema de Calentamiento debe ser monitoreado (parámetros de proceso e instrumentación de seguridad Fire & Gas) y operado tanto de forma local como de manera remota desde un Centro de Control. Asimismo, las señales visualizadas a		1	El Sistema SCADA se encuentra desenergizado.	No hay supervisión ni control a distancia de las variables del proceso ni de seguridad (Fire & Gas).
			2	El Sistema SCADA presenta falla en alguno de sus dispositivos.	No hay supervisión ni control a distancia de las variables del proceso ni de seguridad (Fire & Gas).
			3	Los transmisores de presión del proceso (gas o agua) se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a las presiones de operación del proceso (gas o agua), por lo que no es posible monitorear la correcta operación del mismo.
			4	Los transmisores de temperatura del proceso (gas o agua) se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a las temperaturas de operación del proceso (gas o agua), por lo que no es posible monitorear la correcta operación del mismo.
		5	Los detectores de mezcla explosiva (LEL) se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de mezcla explosiva, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.	

<p>La distancia deben coincidir con las señales reales en campo.</p>	<p>B</p> <p>No se detectan señales en el SCADA.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="517 142 546 188">6</td> <td data-bbox="546 142 1303 188">Los detectores de humo se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.</td> <td data-bbox="1303 142 2076 188">No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de humo, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 188 546 234">7</td> <td data-bbox="546 188 1303 234">Los detectores de flama se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.</td> <td data-bbox="1303 188 2076 234">No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de flama, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 234 546 280">8</td> <td data-bbox="546 234 1303 280">El sistema de control local (RTU) se encuentra desenergizado.</td> <td data-bbox="1303 234 2076 280">El sistema de comunicaciones no recibe información para controlar y monitorear el proceso.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 280 546 327">9</td> <td data-bbox="546 280 1303 327">Cableado del PLC del RTU completamente deteriorado.</td> <td data-bbox="1303 280 2076 327">Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 327 546 373">10</td> <td data-bbox="546 327 1303 373">Borneras de conexión del PLC del RTU con desajuste.</td> <td data-bbox="1303 327 2076 373">Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 373 546 419">11</td> <td data-bbox="546 373 1303 419">Módulos del PLC del RTU alarmados.</td> <td data-bbox="1303 373 2076 419">Sistema de control local inoperativo.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 419 546 466">12</td> <td data-bbox="546 419 1303 466">Falla del sistema de comunicaciones del RTU (convertidor).</td> <td data-bbox="1303 419 2076 466">No hay enlace del PLC del sistema de control local con la red de comunicaciones del SCADA.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 466 546 512">13</td> <td data-bbox="546 466 1303 512">Cableado estructurado interno del sistema de control local se encuentra completamente deteriorado.</td> <td data-bbox="1303 466 2076 512">No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 512 546 558">14</td> <td data-bbox="546 512 1303 558">Borneras de conexión del sistema de control local con desajuste.</td> <td data-bbox="1303 512 2076 558">No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 558 546 604">15</td> <td data-bbox="546 558 1303 604">La fibra óptica del sistema de comunicaciones se encuentra rota.</td> <td data-bbox="1303 558 2076 604">Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 604 546 651">16</td> <td data-bbox="546 604 1303 651">Falla de Multiplexor del sistema de comunicaciones.</td> <td data-bbox="1303 604 2076 651">Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.</td> </tr> </table>	6	Los detectores de humo se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de humo, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.	7	Los detectores de flama se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de flama, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.	8	El sistema de control local (RTU) se encuentra desenergizado.	El sistema de comunicaciones no recibe información para controlar y monitorear el proceso.	9	Cableado del PLC del RTU completamente deteriorado.	Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.	10	Borneras de conexión del PLC del RTU con desajuste.	Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.	11	Módulos del PLC del RTU alarmados.	Sistema de control local inoperativo.	12	Falla del sistema de comunicaciones del RTU (convertidor).	No hay enlace del PLC del sistema de control local con la red de comunicaciones del SCADA.	13	Cableado estructurado interno del sistema de control local se encuentra completamente deteriorado.	No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.	14	Borneras de conexión del sistema de control local con desajuste.	No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.	15	La fibra óptica del sistema de comunicaciones se encuentra rota.	Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.	16	Falla de Multiplexor del sistema de comunicaciones.	Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.							
6	Los detectores de humo se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de humo, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.																																								
7	Los detectores de flama se encuentran desenergizados, desconectados y/o con interferencias externas.	No es posible enviar señales al sistema de control local en cuanto a detección de flama, con lo cual se pierde el control de la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.																																								
8	El sistema de control local (RTU) se encuentra desenergizado.	El sistema de comunicaciones no recibe información para controlar y monitorear el proceso.																																								
9	Cableado del PLC del RTU completamente deteriorado.	Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.																																								
10	Borneras de conexión del PLC del RTU con desajuste.	Sistema de control local inoperativo por desconexión del cableado.																																								
11	Módulos del PLC del RTU alarmados.	Sistema de control local inoperativo.																																								
12	Falla del sistema de comunicaciones del RTU (convertidor).	No hay enlace del PLC del sistema de control local con la red de comunicaciones del SCADA.																																								
13	Cableado estructurado interno del sistema de control local se encuentra completamente deteriorado.	No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.																																								
14	Borneras de conexión del sistema de control local con desajuste.	No se recibe señal por parte de los equipos de instrumentación instalados en el Sistema de Calentamiento.																																								
15	La fibra óptica del sistema de comunicaciones se encuentra rota.	Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.																																								
16	Falla de Multiplexor del sistema de comunicaciones.	Corte del sistema de comunicaciones. Sistema SCADA no recibe información para controlar y monitorear el proceso.																																								
<p>5</p> <p>El Sistema de Calentamiento debe operar a un nivel permisible de emisiones contaminantes en los gases de escape y a niveles de ruido moderados.</p>	<p>A</p> <p>Parámetros de las emisiones fuera de los rangos permisibles (composición de los gases de escape y niveles de ruido).</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="517 699 546 745">1</td> <td data-bbox="546 699 1303 745">El porcentaje de CO2 se encuentra por debajo de 9%.</td> <td data-bbox="1303 699 2076 745">Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una mala oxidación del carbono del combustible.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 745 546 791">2</td> <td data-bbox="546 745 1303 791">El porcentaje de CO2 se encuentra por encima de 11%.</td> <td data-bbox="1303 745 2076 791">Contribución considerable al efecto invernadero. Pérdida de calor portado por el gas en su salida. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 791 546 837">3</td> <td data-bbox="546 791 1303 837">El porcentaje de O2 se encuentra por debajo de 2%.</td> <td data-bbox="1303 791 2076 837">Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una combustión incompleta. Producción de CO.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 837 546 884">4</td> <td data-bbox="546 837 1303 884">El porcentaje de O2 se encuentra por encima de 4%.</td> <td data-bbox="1303 837 2076 884">Reducción de temperatura de flama. Pérdida de calor en el alto volumen de gases de combustión generados. La velocidad de transferencia de calor se reduce.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 884 546 930">5</td> <td data-bbox="546 884 1303 930">La presencia de CO es mayor a 100 ppm.</td> <td data-bbox="1303 884 2076 930">Contribución al efecto invernadero y contaminación del ambiente por ser un gas tóxico. Generación de hollín. Representa un producto inquemado por combustión incompleta. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 930 546 976">6</td> <td data-bbox="546 930 1303 976">El porcentaje de exceso de aire se encuentra por debajo de 10%.</td> <td data-bbox="1303 930 2076 976">Mezcla pobre que produce combustión incompleta. Producción de CO. Presencia de productos inquemados en los gases de escape.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 976 546 1023">7</td> <td data-bbox="546 976 1303 1023">El porcentaje de exceso de aire se encuentra por encima de 25%.</td> <td data-bbox="1303 976 2076 1023">Pérdida de calor. Enfriamiento del sistema. Los gases calientes son expulsados antes de transferir su calor al agua.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1023 546 1069">8</td> <td data-bbox="546 1023 1303 1069">El conjunto motor-ventilador de aire primario produce ruido excesivo.</td> <td data-bbox="1303 1023 2076 1069">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1069 546 1115">9</td> <td data-bbox="546 1069 1303 1115">El sistema desarrolla vibraciones mecánicas que producen ruidos excesivos.</td> <td data-bbox="1303 1069 2076 1115">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental. Aflojamiento de componentes (pérdida de ajuste).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1115 546 1161">10</td> <td data-bbox="546 1115 1303 1161">Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas producen ruido al estrangular el gas.</td> <td data-bbox="1303 1115 2076 1161">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1161 546 1208">11</td> <td data-bbox="546 1161 1303 1208">El quemador produce ruido excesivo al operar.</td> <td data-bbox="1303 1161 2076 1208">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1208 546 1254">12</td> <td data-bbox="546 1208 1303 1254">Las bombas de inyección de agua al tanque hidroneumático producen ruido excesivo.</td> <td data-bbox="1303 1208 2076 1254">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="517 1254 546 1300">13</td> <td data-bbox="546 1254 1303 1300">Las bombas de recirculación de agua producen ruido excesivo</td> <td data-bbox="1303 1254 2076 1300">Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.</td> </tr> </table>	1	El porcentaje de CO2 se encuentra por debajo de 9%.	Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una mala oxidación del carbono del combustible.	2	El porcentaje de CO2 se encuentra por encima de 11%.	Contribución considerable al efecto invernadero. Pérdida de calor portado por el gas en su salida. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	3	El porcentaje de O2 se encuentra por debajo de 2%.	Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una combustión incompleta. Producción de CO.	4	El porcentaje de O2 se encuentra por encima de 4%.	Reducción de temperatura de flama. Pérdida de calor en el alto volumen de gases de combustión generados. La velocidad de transferencia de calor se reduce.	5	La presencia de CO es mayor a 100 ppm.	Contribución al efecto invernadero y contaminación del ambiente por ser un gas tóxico. Generación de hollín. Representa un producto inquemado por combustión incompleta. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	6	El porcentaje de exceso de aire se encuentra por debajo de 10%.	Mezcla pobre que produce combustión incompleta. Producción de CO. Presencia de productos inquemados en los gases de escape.	7	El porcentaje de exceso de aire se encuentra por encima de 25%.	Pérdida de calor. Enfriamiento del sistema. Los gases calientes son expulsados antes de transferir su calor al agua.	8	El conjunto motor-ventilador de aire primario produce ruido excesivo.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	9	El sistema desarrolla vibraciones mecánicas que producen ruidos excesivos.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental. Aflojamiento de componentes (pérdida de ajuste).	10	Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas producen ruido al estrangular el gas.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	11	El quemador produce ruido excesivo al operar.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	12	Las bombas de inyección de agua al tanque hidroneumático producen ruido excesivo.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	13	Las bombas de recirculación de agua producen ruido excesivo	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.	
1	El porcentaje de CO2 se encuentra por debajo de 9%.	Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una mala oxidación del carbono del combustible.																																								
2	El porcentaje de CO2 se encuentra por encima de 11%.	Contribución considerable al efecto invernadero. Pérdida de calor portado por el gas en su salida. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
3	El porcentaje de O2 se encuentra por debajo de 2%.	Expulsión de combustible inquemado en los gases de escape a causa de una combustión incompleta. Producción de CO.																																								
4	El porcentaje de O2 se encuentra por encima de 4%.	Reducción de temperatura de flama. Pérdida de calor en el alto volumen de gases de combustión generados. La velocidad de transferencia de calor se reduce.																																								
5	La presencia de CO es mayor a 100 ppm.	Contribución al efecto invernadero y contaminación del ambiente por ser un gas tóxico. Generación de hollín. Representa un producto inquemado por combustión incompleta. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
6	El porcentaje de exceso de aire se encuentra por debajo de 10%.	Mezcla pobre que produce combustión incompleta. Producción de CO. Presencia de productos inquemados en los gases de escape.																																								
7	El porcentaje de exceso de aire se encuentra por encima de 25%.	Pérdida de calor. Enfriamiento del sistema. Los gases calientes son expulsados antes de transferir su calor al agua.																																								
8	El conjunto motor-ventilador de aire primario produce ruido excesivo.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
9	El sistema desarrolla vibraciones mecánicas que producen ruidos excesivos.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental. Aflojamiento de componentes (pérdida de ajuste).																																								
10	Las válvulas reguladoras del tren de alimentación de gas producen ruido al estrangular el gas.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
11	El quemador produce ruido excesivo al operar.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
12	Las bombas de inyección de agua al tanque hidroneumático producen ruido excesivo.	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
13	Las bombas de recirculación de agua producen ruido excesivo	Afectación a personal de operaciones y mantenimiento. Sanción por parte del ente de fiscalización ambiental.																																								
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="517 1353 546 1399">1</td> <td data-bbox="546 1353 1303 1399">El nivel de sólidos totales disueltos en el agua es mayor a 3500 ppm.</td> <td data-bbox="1303 1353 2076 1399">Generación de incrustaciones sobre los tubos. Mala transferencia de calor y sobrecalentamiento de superficies metálicas pudiendo generar alguna explosión.</td> </tr> </table>	1	El nivel de sólidos totales disueltos en el agua es mayor a 3500 ppm.	Generación de incrustaciones sobre los tubos. Mala transferencia de calor y sobrecalentamiento de superficies metálicas pudiendo generar alguna explosión.																																					
1	El nivel de sólidos totales disueltos en el agua es mayor a 3500 ppm.	Generación de incrustaciones sobre los tubos. Mala transferencia de calor y sobrecalentamiento de superficies metálicas pudiendo generar alguna explosión.																																								

6	La calidad del agua con la que opera el Sistema de Calentamiento debe encontrarse dentro de los parámetros de uso establecidos.	A	Parámetros fuera de rango en la composición del agua del calentador.	2	El grado de Ph es menor a 8.5.	Aceleración del proceso de corrosión.
				3	El grado de Ph es mayor a 11.8.	Representa una fuente potencial de depósitos.
				4	El nivel de nitratos es mayor a 900 ppm.	Fragilidad cáustica. agrietamiento (pequeñas fisuras) del metal de los tubos y elementos sometidos a esfuerzos mecánicos.
				5	El nivel de dureza es mayor a 2 ppm.	Embancamiento, incrustaciones, corrosión interna. Mala transferencia de calor y sobrecalentamiento de superficies metálicas pudiendo generar alguna explosión.
7	Los gases de combustión deben ser expulsados a través de la chimenea con rango de temperatura de 140 a 220 grados centígrados y sin ninguna restricción de agentes extraños.	A	La temperatura de los gases de escape no se encuentra en el rango de valores permisibles.	1	La temperatura de los gases de escape se encuentran por debajo de 140 grados centígrados.	Condensación del agua presente en los gases de escape. Aceleración del proceso de corrosión en la chimenea.
				2	La temperatura de los gases de escape se encuentran por encima de 220 grados centígrados.	Impacto a la atmósfera y al ambiente. Transferencia de calor incorrecta y pérdida de energía por mal aprovechamiento del calor producido.
				3	La salida de los gases de escape se encuentra interrumpida y/o restringida por agentes extraños.	Disminución de la temperatura de los gases a la salida. Falla del quemador por llama en reversa.
8	El Sistema de Calentamiento en general debe funcionar con un sistema de puesta a tierra en buen estado, ejerciendo un mecanismo de protección ante eventuales desvíos de la corriente.	A	La resistencia es mayor o igual que 10 ohm.	1	Las condiciones del sistema de puesta a tierra hacen que la resistencia del pozo se encuentre muy elevada.	Se pierde la protección necesaria para el personal que opera los equipos.
				2	El nivel de sales solubles presentes en el suelo es menor al 1% del peso del éste.	La resistencia del suelo no permanece constante y se eleva demasiado, perdiendo así la protección necesaria para el personal que opera y mantiene los equipos.
				3	El terreno el pozo de puesta a tierra es heterogéneo.	La resistencia del suelo no permanece constante y se eleva demasiado, perdiendo así la protección necesaria para el personal que opera y mantiene los equipos.
				4	Mala compactación del terreno del pozo de puesta a tierra.	La resistencia del suelo aumenta al haber una baja compactación del mismo, perdiendo así la protección necesaria para el personal que opera y mantiene los equipos.
				5	La granulometría del suelo que conforma el pozo de puesta a tierra es elevada.	La resistencia del suelo no permanece constante y se eleva demasiado, perdiendo así la protección necesaria para el personal que opera y mantiene los equipos.
				6	Baja temperatura del ambiente que rodea al pozo de puesta a tierra.	Se reduce el movimiento de los electrolitos que influyen en la resistividad del suelo, haciéndola inestable y con tendencia a elevación.
				7	La humedad del suelo es menor al 15% del peso de éste.	Hacen inoperativo al sistema de puesta a tierra, debido a que la disipación es de carácter electrolítica.
				8	Los conectores, elementos de anclaje y sujeción del sistema de puesta a tierra se encuentran sucios, sulfatados, corroídos y/o en mal estado.	Disminuyen y limitan altamente al sistema por el aislamiento eléctrico que genera la corrosión, suciedad o deterioro.
				9	El cable de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y el tablero eléctrico o equipos se encuentra sulfatado, deshilachado, desconectado o con falso contacto.	No hay continuidad eléctrica para el flujo de las fugas de corriente del Sistema de Calentamiento. Se pierde protección necesaria para el personal que opera y mantiene los equipos.
				10	Los electrodos y materiales del sistema se encuentran sulfatados, corroídos y/o en mal estado.	Disminuyen y limitan altamente al sistema por el aislamiento eléctrico que genera la corrosión, suciedad o deterioro.

ANEXO 7
DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM



ANEXO 8
HOJA DECISIÓN RCM

HOJA DE DECISION RCM			SISTEMA: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO										REALIZADO POR: HZEGARRA				
			SUBSISTEMA: SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL										FECHA: 2018				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Actividad de Mantenimiento utilizando el Diagrama Lógico de Decisión del RCM	Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
1	A	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	2	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	A	3	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	4	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	5	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	A	6	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

1	A	7	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	8	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	9	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de gas 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	10	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de aire.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	A	11	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	A	12	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del conexionado eléctrico del servomotor.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	13	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de libre giro de los discos de aire primario y secundario del quemador.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	14	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Revisión del ajuste mecánico en los varillajes de interconexión del servomecanismo para modulación de flama.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	A	15	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del servomecanismo. Sustitución de elementos desgastados de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	16	N				S							Tarea a condición	Inspección operativa del servomotor. Pruebas de aislamiento, medición de temperatura y consumo de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	17	N				N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Comprobación de alineamiento del eje y el servomecanismo.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	18	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del RTU.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	A	19	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del Sistema de Comunicaciones.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	2	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	3	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

1	B	4	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	5	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	6	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	7	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	8	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	9	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de gas 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	10	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de aire.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	11	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento

1	B	12	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del conexionado eléctrico del servomotor.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	13	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Revisión del ajuste mecánico en los varillajes de interconexión del servomecanismo para modulación de flama.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	14	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del servomecanismo. Sustitución de elementos desgastados de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	15	N				S							Tarea a condición	Inspección operativa del servomotor. Pruebas de aislamiento, medición de temperatura y consumo de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	16	N				N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Comprobación de alineamiento del eje y el servomecanismo.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	17	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del RTU.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	18	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del Sistema de Comunicaciones.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	19	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloqueo manuales del Sistema de Recirculación de Agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	B	20	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del nivel de agua en el sistema, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en proporción 100:1.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	21	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtros de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	22	N				S							Tarea a condición	Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	23	N				S							Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	24	N				S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	25	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	26	N				S							Tarea a condición	Verificación de la presión de cámara de aire en tanque hidroneumático.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	27	N				S							Tarea a condición	Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de inyección de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	B	28	N				S							Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	29	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	30	S	S	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	31	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Limpieza de toma de aire primario en ventilador .	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	32	N				N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección de estado del rodete del ventilador. Balanceo dinámico y alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	33	N				S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor que acciona el ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	34	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de libre giro de los discos de aire primario y secundario del quemador.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	35	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtro de aire primario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	B	36	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos del intercambiador de calor.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	37	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos de fuego del calentador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	38	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	39	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtro de gas de alimentación y/o piloto.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	40	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	B	41	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	B	42	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	1	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico y verificación de fuente de suministro.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección, pruebas operativas, limpieza y ajuste de componentes en los tableros eléctricos de fuerza y control.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	3	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Prueba de operatividad del panel view.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	4	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico y prueba de operatividad del pulsador de encendido en el tablero.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	5	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloqueo manuales del Sistema de Alimentación de Gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	6	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado del transformador de encendido. Limpieza y ajuste de componentes.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	7	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del amplificador de aislamiento. Limpieza y ajuste de componentes.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	8	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del amplificador de aislamiento. Limpieza y ajuste de componentes.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	9	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de conexión y terminales del electrodo de ionización. Limpieza.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	10	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la corriente de ionización durante la operación.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	11	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de posición, prueba funcional y limpieza de fotocelda UV detectora de flama, así como de su tarjeta de control.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	12	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de posición, conexión y terminales del electrodo de ignición. Prueba funcional y limpieza. Verificar la correcta formación del arco eléctrico necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	13	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de posición, conexión y terminales del electrodo de ignición. Prueba funcional y limpieza. Verificar la correcta formación del arco eléctrico necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	14	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	15	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado de los PLC. Limpieza y ajuste de componentes.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	16	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	17	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	18	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	19	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	20	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de aire.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	21	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	22	S	N	N	S	N	N	S					Tarea de sustitución cíclica	Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	23	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	24	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de gas 0 al 100% con un generador de corriente.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	25	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de aire.	Anual	Técnico de Mantenimiento

1	C	26	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	27	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Pruebas de operación de la válvula de bloqueo automático en modos local y remoto. Limpieza, lubricación y ajuste de componentes.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	28	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación del conexionado eléctrico del servomotor.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	29	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Revisión del ajuste mecánico en los varillajes de interconexión del servomecanismo para modulación de flama.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	30	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del servomecanismo. Sustitución de elementos desgastados de ser necesario.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	31	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Mediciones eléctricas y pruebas de correcta funcionalidad del servomotor.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	32	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Evaluación de condiciones mecánicas del servomotor.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	33	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación del nivel de agua en el sistema, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en proporción 100:1.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	34	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	35	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	36	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Limpieza de toma de aire primario en ventilador .	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	37	S	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección de estado del rodete del ventilador. Balanceo dinámico y alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	38	N				S						Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor que acciona el ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	39	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor que acciona el ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	40	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	C	41	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del ventilador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	42	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Lubricación de los discos de aire primario y secundario del quemador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	43	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor del ventilador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	44	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de vasos y elemento filtrante de los filtros-reguladores en el tren de alimentación de aire. Ajuste de regulación.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	45	S			S	N	N					Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del interruptor de presión de aire para el quemador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	46	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras y registro de valores de calibración.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	47	S			S	N	N					Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento del programador de encendido y verificación del estado del conexionado eléctrico.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	48	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtro de aire primario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	49	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtro de gas de alimentación y/o piloto.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

1	C	50	S			S	N	N					Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	51	S			S	N	N					Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	52	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección de estado y limpieza de tobera de inyección de mezcla combustible.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
1	C	53	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea.	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	D	1	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	D	2	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	D	3	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
1	D	4	N				S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento

2	A	1	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de agua.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	A	2	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del calentador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	A	3	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del tanque hidroneumático.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	A	4	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
2	A	5	N				N	N	N	S			Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del intercambiador de calor.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	A	6	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	1	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de agua.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	B	2	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

2	B	3	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección de presión de cámara de aire en el tanque hidroneumático y verificación de su estabilidad.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	4	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de tanque hidroneumático. Búsqueda de fugas de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	5	N				S						Tarea a condición	Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de inyección de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	6	N				S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	7	S	S	N	S	S						Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	B	8	N				S						Tarea a condición	Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	9	N				S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	10	N				S						Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de	Anual	Técnico de Mantenimiento

2	B	11	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtros de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	12	S	S			S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo del calentador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	B	13	S	S			S						Tarea a condición	Inspección y búsqueda de fugas a través de la junta del circuito de agua en el intercambiador.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	14	S	S			S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo del	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	B	15	S	S			S						Tarea a condición	Búsqueda de fugas en la bomba de recirculación de agua (carcasa, sello mecánico, succión, descarga).	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	16	S	S			S						Tarea a condición	Búsqueda de fugas en la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático (carcasa, sello mecánico, succión, descarga).	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	17	S	N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento	Mejorar la operación de purga de calentadores en función a las condiciones del agua y/o implementar un sistema de purgas automáticas.	-	Técnico de Mantenimiento
2	B	18	N				N	N	N	N	S		Rediseño obligatorio	Rediseñar la instalación de bombeo de agua.	-	Técnico de Mantenimiento

2	B	19	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de estado de la línea de succión de la bomba de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	B	20	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura y presión de agua.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	B	21	N				N	N	N	S				Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del sistema de recirculación de agua.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	C	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección del conexionado eléctrico y verificación de fuente de suministro.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	3	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de estado y correcto funcionamiento de componentes eléctricos en el tablero mediante encendido y apagado de calentador.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	4	N				N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Alineamiento mecánico del conjunto motor-bomba.	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	C	5	N				S							Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

2	C	6	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	C	7	N				S							Tarea a condición	Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de recirculación de agua.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	8	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de	Anual	Técnico de Mantenimiento
2	C	9	N				N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor de la bomba de recirculación.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	10	N				N	N	N	S				Tarea de búsqueda de falla	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	11	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación del nivel de agua en el sistema, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en proporción 100:1.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	12	S	S	N	S	S							Tarea a condición	Inspección y verificación del correcto funcionamiento del sistema hidroneumático en general.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	13	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de filtros de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

2	C	14	S	S	N	S	S						Tarea a condición	Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
2	C	15	S	S	N	S	S						Tarea a condición	Verificación de la correcta retención de flujo (antirretorno) ante la parada del sistema de recirculación de agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	1	N				N	N	N	N	S		Tarea de búsqueda de falla	Monitoreo de fugas en componentes del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	2	S	S			S						Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes y ensayo de partículas magnéticas a uniones soldadas del tren de alimentación de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	A	3	N				N	N	N	N	S		Tarea de búsqueda de falla	Monitoreo de fugas en las bridas del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	4	N				S						Tarea a condición	Inspección de las caras de bridas del tren de alimentación de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	A	5	N				N	N	N	N	S		Tarea de búsqueda de falla	Monitoreo de fugas en las uniones roscadas del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	6	N				S						Tarea a condición	Inspección de materiales sellantes presentes en uniones roscadas del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

3	A	7	N				S						Tarea a condición	Inspección de estado de las empaquetaduras del tren de alimentación de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	A	8	N				N	N	N	N	S		Tarea de búsqueda de falla	Monitoreo de fugas en componentes del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	9	S	S			S						Tarea a condición	Inspección visual y prueba de ultrasonido a las tuberías del tren de alimentación de gas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	A	10	S	S			S						Tarea a condición	Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de gas para apertura de piloto y quemador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	11	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de aire para apertura de piloto y quemador.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	A	12	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de hermeticidad al cierre de las válvulas reguladoras y ajuste de valores de calibración.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	1	S	S			S						Tarea a condición	Monitoreo de fugas en el sistema de medición del tren de alimentación de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	2	S	N	N	S							Tarea a condición	Establecer comunicación con el computador de flujo mediante interface y software para captura de datos instantáneos y posterior cálculo del factor de compresibilidad.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

3	B	3	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de temperatura ubicado en el spool de medición.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	4	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de gas ubicado en el spool de medición.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	5	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación y control de giro del contador mecánico del medidor de flujo de gas.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	6	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificar el nivel de aceite y lubricar el sistema de medición de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	7	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación de envío y recepción de pulsos del medidor de flujo de gas. Inspección de estado de cables y sus conexiones eléctricas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	B	8	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección visual de infraestructura y control de corrosión del sistema de medición mediante recubrimiento industrial.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	B	9	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de gasket filter en medidor de flujo de gas.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	10	N				S						Tarea a condición	Verificación del correcto funcionamiento de la barrera intrínseca del sistema de medición.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

3	B	11	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de borneras para cables de salida de pulsos del medidor de flujo de gas.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	B	12	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Verificación de envío y recepción de pulsos del medidor de flujo de gas. Inspección de estado de cables y sus conexiones eléctricas.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	C	1	S	N	S		N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	2	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	C	3	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección de estado y limpieza de tobera de inyección de mezcla combustible.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	4	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	C	5	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección, limpieza externa y restauración de tubos de fuego del calentador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	C	6	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos del intercambiador de calor.	Anual	Técnico de Mantenimiento

3	C	7	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de estado general del aislamiento térmico del calentador.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	8	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Detección sistemática de fugas de agua en el Sistema de Calentamiento en general.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	9	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Detección sistemática de fugas de gas en el Sistema de Calentamiento en general.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	10	S	N	N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento	Mejorar la operación de purga de calentadores en función a las condiciones del agua y/o implementar un sistema de purgas automáticas.	-	Técnico de Mantenimiento
3	C	11	S	N	S		N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	C	12	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	D	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	D	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad a la placa portatubos del	Anual	Técnico de Mantenimiento

3	D	3	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al hogar del calentador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	E	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la humedad relativa (%HR) presente en la instalación durante las labores de inspección (mayor valor obtenido).	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición del grado de contaminación atmosférica por SO2 y Cloruros.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	3	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Limpieza e hidrolavado de infraestructura aérea e inspección de contaminantes visibles sobre la superficie.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	4	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la temperatura de punto de rocío en la atmósfera que rodea la infraestructura aérea.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	5	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección visual de la infraestructura y determinación del tipo y grado de corrosión presente en las superficies.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	6	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección visual de la infraestructura y determinación del grado de defectos y discontinuidades en el sistema de pintura.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	7	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición y evaluación del espesor de película seca de pintura aplicada sobre la superficie.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

3	E	8	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la capacidad de adherencia del sistema de pintura al sustrato y/o a otra capa de pintura (sistema multicapa).	Semestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	9	S	S	S									Tarea a condición	Inspeccionar el estado de las tapas calentador: delantera, posterior y superior, según sea el caso. Ajuste, cambio de empaques, etc.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
3	E	10	S	S	S									Tarea a condición	Verificar que el refractario se encuentre sin grietas ni presente desgaste.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	E	11	S	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Realizar mantenimiento integral del pre-calentador eléctrico. Limpieza y ajuste de conexiones y elementos.	Anual	Técnico de Mantenimiento
3	E	12	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Realizar pruebas funcionales de encendido y apagado en el pre-calentador eléctrico. Verificación de parámetros y comparación con valores de placa.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	A	1	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de presión.	Anual	Técnico de Mantenimiento
4	A	2	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura.	Anual	Técnico de Mantenimiento
4	A	3	S	N	N	N	S							Tarea a condición	Inspección de estado y verificación de termómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros).	Anual	Técnico de Mantenimiento

4	A	4	S	N	N	N	S						Tarea a condición	Inspección de estado y verificación de manómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros).	Anual	Técnico de Mantenimiento
4	A	5	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de mezcla explosiva.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	A	6	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de humo.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	A	7	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de flama.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	A	8	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección de estado del cableado estructurado interno del RTU, así como su canalización, conexionado y rotulado.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	A	9	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de patchcords. Análisis y detección de rotura de los hilos de fibra óptica.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	1	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de los equipos del sistema de suministro eléctrico ininterrumpido para el CCC y el MCC.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	2	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección y limpieza de consolas, impresoras, switches, periféricos, CPU, monitores y la unidad para arreglos de datos históricos.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

4	B	3	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de presión.	Anual	Técnico de Mantenimiento
4	B	4	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura.	Anual	Técnico de Mantenimiento
4	B	5	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de mezcla explosiva.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	6	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de humo.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	7	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Calibración e inspección operativa de los detectores de flama.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	8	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección de estado de los fusibles, baterías, cargador, borneras y conexonado del cableado de puesta a tierra.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	9	S	N	N	S	S						Tarea a condición	Inspección del cableado del PLC en general.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	10	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Ajuste de canales de los módulos del PLC y de todas las borneras que vienen de los canales del PLC.	Semestral	Técnico de Mantenimiento

4	B	11	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de alarmas en los módulos instalados en el PLC, así como en el PanelView.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	12	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de las redes de comunicación WAN/LAN e inspección del convertidor Exemys, Hub.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	13	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de estado del cableado estructurado interno del RTU, así como su canalización, conexionado y rotulado.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	14	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Ajuste de partes en: Sistema de suministro eléctrico, sistema de control PLC, sistemas de comunicaciones, estructura y cableado estructurado interno.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	15	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de potencias de transmisión y recepción entre nodos de la red de multiplexores para la detección de fallas en los enlaces de fibra óptica.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
4	B	16	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Verificación de correcto funcionamiento de multiplexores.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	1	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	2	S	N	N	S	N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

5	A	3	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	4	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	5	S	N	S		N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	6	S	N	S		N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	7	S	N	N	S	N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	8	S	S			S						Tarea a condición	Inspección del sistema de transmisión mecánica del ventilador de aire primario. Análisis vibracional.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	9	S	S			S						Tarea a condición	Análisis vibracional del conjunto motor-ventilador.	Anual	Técnico de Mantenimiento
5	A	10	S	S			N	N	N	N			Rediseño obligatorio	Instalación de silenciador en válvula reguladora.	-	Técnico de Mantenimiento

5	A	11	S	S			N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Mantenimiento integral del quemador, piloto y sus componentes (ajuste, cambio de empaques, etc).	Semestral	Técnico de Mantenimiento
5	A	12	S	S	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de	Anual	Técnico de Mantenimiento
5	A	13	S	S	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de	Anual	Técnico de Mantenimiento
6	A	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel sólidos totales disueltos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
6	A	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del grado de Ph.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
6	A	3	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del grado de Ph.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
6	A	4	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de nitratos.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
6	A	5	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de dureza.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento

7	A	1	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
7	A	2	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
7	A	3	S	N	N	S	S							Tarea a condición	Inspección de estado de chimenea y detección de agentes extraños que interrumpen la salida de los gases de combustión.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	1	S	S			S							Tarea a condición	Medición de la resistencia del pozo a tierra.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	2	S	S			N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico	Adición de químicos necesarios al terreno del pozo de puesta a tierra para mantener el nivel adecuado de sales.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	3	S	S			N	N	N	N				Rediseño obligatorio	Renovación de la tierra que conforma el terreno del pozo de puesta a tierra.	-	Técnico de Mantenimiento
8	A	4	S	S			S							Tarea a condición	Verificación de la compactación del suelo del pozo de puesta a tierra.	Anual	Técnico de Mantenimiento
8	A	5	S	S			N	N	N	N				Rediseño obligatorio	Renovación de la tierra que conforma el terreno del pozo de puesta a tierra.	-	Técnico de Mantenimiento

8	A	6	S	S			S						Tarea a condición	Inspección de condiciones ambientales a las que se encuentra el pozo de puesta a tierra.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	7	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Dotación de agua al pozo de puesta a tierra.	Bimestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	8	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección, limpieza y lijado de conectores, elementos de anclaje y sujeción del pozo de puesta a tierra.	Semestral	Técnico de Mantenimiento
8	A	9	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección, limpieza y lijado de cable desnudo de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y los equipos.	Anual	Técnico de Mantenimiento
8	A	10	S	S			N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico	Inspección, limpieza y lijado del electrodo de cobre del pozo de puesta a tierra.	Anual	Técnico de Mantenimiento

ANEXO 9
INFORMACIÓN TÉCNICA DE
INTERCAMBIADORES DE CALOR

INFORMACIÓN TÉCNICA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

						Lado Gas				Lado Agua				
Sistema de Distribución	Nombre de ERP y/o ERM	UBICACIÓN	Nombre	Zona	CANT.	Diámetro de Ingreso Intercambiador	Diámetro de Salida Intercambiador	Cantidad de tubos en haz	Diámetro de tubo, del haz	Diámetro de Ingreso Intercambiador	Diámetro de Salida Intercambiador	MIN	MAX	
ZONA NORTE	ERP	ERP Agustino 50/10	Rama A	ERP Agustino 50/10 - Rama A	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Agustino 50/10	Rama B	ERP Agustino 50/10 - Rama B	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Agustino 50/10	Rama C	ERP Agustino 50/10 - Rama C	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	9	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Parques el Agustino 50/5	Rama A	ERP Parques el Agustino 50/5 - Rama A	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Argentina 50/10	Rama A	ERP Argentina 50/10 - Rama A	NORTE	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Argentina 50/10	Rama B	ERP Argentina 50/10 - Rama B	NORTE	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Maquinarias 50/19	Rama A	ERP Maquinarias 50/19 - Rama A	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	22	3/4"	2" x 150	2" x 150	2	3
		ERP Maquinarias 50/19	Rama B	ERP Maquinarias 50/19 - Rama B	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	22	3/4"	2" x 150	2" x 150	2	3
		ERP Maquinarias 50/19	Rama C	ERP Maquinarias 50/19 - Rama C	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	32	3/4"	2" x 150	2" x 150	2	3
		ERP Funcal 50/5	Rama A	ERP Funcal 50/5 - Rama A	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Funcal 50/5	Rama B	ERP Funcal 50/5 - Rama B	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Gambetta 50/10	Rama A	ERP Gambetta 50/10 - Rama A	NORTE	1	8" x 300	8" x 300	98	3/4"	6" x 150	6" x 150	2	3
		ERP Pampilla	Rama A	ERP Pampilla - Rama A	NORTE	1	8" x 300	8" x 300	24	3/4"	4" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Pampilla	Rama B	ERP Pampilla - Rama B	NORTE	1	8" x 300	8" x 300	24	3/4"	4" x 150	3" x 150	2	3
		ERM Alicorp 1	Rama A	ERM Alicorp 1 - Rama A	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM Alicorp 1	Rama B	ERM Alicorp 1 - Rama B	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM Sudamericana de Fibras	Rama A	ERM Sudamericana de Fibras - Rama A	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM Sudamericana de Fibras	Rama B	ERM Sudamericana de Fibras - Rama B	NORTE	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM Sudamericana Energía	Rama A	ERM Sudamericana Energía - Rama A	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	72	3/4"	2" x 150	2" x 150	2	3
ERM Sudamericana Energía	Rama B	ERM Sudamericana Energía - Rama B	NORTE	1	6" x 300	6" x 300	72	3/4"	2" x 150	2" x 150	2	3		
ZONA SUR	ERP	ERP Lurín 50/5	Rama A	ERP Lurín 50/5 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Lurín 50/5	Rama B	ERP Lurín 50/5 - Rama B	SUR	1	6" x 300	6" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Lima	Rama A	ERP Lima - Rama A	SUR	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Lima	Rama B	ERP Lima - Rama B	SUR	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Pachacutec	Rama A	ERP Pachacutec - Rama A	SUR	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Atocongo 50/10	Rama A	ERP Atocongo 50/10 - Rama A	SUR	1	8" x 300	8" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Atocongo 50/10	Rama B	ERP Atocongo 50/10 - Rama B	SUR	1	8" x 300	8" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Atocongo 50/5	Rama A	ERP Atocongo 50/5 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Atocongo 50/5	Rama B	ERP Atocongo 50/5 - Rama B	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Surco 50/10	Rama A	ERP Surco 50/10 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Surco 50/5	Rama A	ERP Surco 50/5 - Rama A	SUR	1	3" x 300	3" x 300	9	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP Carretera Central 50/10	Rama A	ERP Carretera Central 50/10 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Javier Prado - La Molina	Rama A	ERP Javier Prado - La Molina - Rama A	SUR	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Javier Prado - La Molina	Rama B	ERP Javier Prado - La Molina - Rama B	SUR	1	8" x 300	8" x 300	96	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Javier Prado - La Victoria	Rama A	ERP Javier Prado - La Victoria - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Javier Prado - La Victoria	Rama B	ERP Javier Prado - La Victoria - Rama B	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Atarjea 50/10	Rama A	ERP Atarjea 50/10 - Rama A	SUR	1	8" x 300	8" x 300	160	3/4"	4" x 150	4" x 150	2	3
		ERP Atarjea 50/10	Rama B	ERP Atarjea 50/10 - Rama B	SUR	1	8" x 300	8" x 300	160	3/4"	4" x 150	4" x 150	2	3
		ERP Pachacamac 50/5	Rama A	ERP Pachacamac 50/5 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Pachacamac 50/5	Rama B	ERP Pachacamac 50/5 - Rama B	SUR	1	6" x 300	6" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERP Ramiro Priale 50/10	Rama A	ERP Ramiro Priale 50/10 - Rama A	SUR	1	6" x 300	6" x 300	38	3/4"	3" x 150	3" x 150	2	3
		ERM San Lorenzo 50/3	Rama A	ERM San Lorenzo 50/3 - Rama A	SUR	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM San Lorenzo 50/3	Rama B	ERM San Lorenzo 50/3 - Rama B	SUR	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERM San Lorenzo 50/3	Rama C	ERM San Lorenzo 50/3 - Rama C	SUR	1	3" x 300	3" x 300	15	3/4"	1 1/2" x 150	1 1/2" x 150	1	2
		ERP CEMENTOS LIMA 50/10	Rama A	ERP CEMENTOS LIMA 50/10 - Rama A	SUR	1	10" x 300	10" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	3	4
		ERP CEMENTOS LIMA 50/10	Rama A	ERP CEMENTOS LIMA 50/10 - Rama A	SUR	1	10" x 300	10" x 300	98	3/4"	3" x 150	3" x 150	3	4

Total de Intercambiadores: 46

ANEXO 10
INFORMACIÓN TÉCNICA DE
CALENTADORES

UBICACION	RECINTO	POSICION	CALETADOR				QUEMADOR			
			MARCA	MODELO	N°SERIE	CAPACIDAD	MARCA	MODELO	N°SERIE	CAPACIDAD
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-11001-A	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-11001-B	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	H-11001-C	-	1,110,000 kcal/h	EQA	93-6	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-21001	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-21002	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	H-21003	-	160,000 sm ³ /h	CEBA	FI-5000	-	-
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1197	30,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	42891	40,000 kcal/h
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1281	182,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXHB	48770	25,000 kcal/h
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	INTESA	INT 1680	020850214	450 GLS	POWER FLAME BURNER	J50A-15	031383237	-
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14110-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5707	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-208	14580-6	208,000 kcal/h	EQA	91-28	5706	300,000 kcal/h
GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01	ERP SURCO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1175	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	41243	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01	ERP SURCO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1106	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXL	39115	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01	ERP LIMA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14100-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5709	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-260	TP 2390-THV-M002	85,000 kcal/h	RIELLO	R5 34MZ	02175005284	390 kW
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-260	TP 2390-THV-M002	85,000 kcal/h	RIELLO	R5 34MZ	02175005288	390 kW
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1523	155,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXH	52093	200,000 kcal/h
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	VTA	1522	155,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXH	52058	200,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1059	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34578	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	143	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34577	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	TORMENE AMERICANA	VTA	1067	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXLB	41013	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01	ERP GAMBETTA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1218	520,000 kcal/h	AUTO-QUEM	HXH	44738	700,000 kcal/h
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	AH-14152	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02176005013	550 kW
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	4800026825	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02176005007	550 kW
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1054	150,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXL	34584	160,000 kcal/h
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1053	150,000 kcal/h	AUTO-QUEM	NXL	34585	160,000 kcal/h
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	EQUIPOS TERMICOS	CV35	P3017-04	350 kW	BALTUR	TBG 45 60HZ	9156510	667 kW
GN-LM-ES-POA-CALENTA-01	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1268	182,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXHB	48287	250,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01	ERM ALICORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	MVE	1046	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34574	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02	ERM ALICORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1058	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34582	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	ERM ALICORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	SANTILLI SA	RX SANTILLI	-	18,500 kcal/h	SAN FRANCISCO	SFS-16	10779	19,500 kcal/h
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	ERM ALICORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	SANTILLI SA	RX SANTILLI	-	18,500 kcal/h	SAN FRANCISCO	SFS-16	10778	19,500 kcal/h
GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	ERP ARGENTINA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-390	14090-6	390,000 kcal/h	EQA	91-55	5710	500,000 kcal/h
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	MASTELAR	VTA	1047	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34583	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	MASTELAR	MVE	1048	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	LXL	34580	60,000 kcal/h
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01	ERP EL AGUSTINO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1215	104,000 kcal/h	AUTO-QUEM	MXL	43814	140,000 kcal/h
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01	ERP FUNCAL 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1166	50,000 kcal/h	AUTO-QUEM	YXLB	41012	70,000 kcal/h
GN-LM-ES-PRI-CALENTA-01	ERP PRAIEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1172	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	41242	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01	ERP ATARJEIA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	HOVAL	ULTRA-GAS (450)	11-013-4	450 kW	EBMPAPST	G3B250-GN 4401	1123000T03	-
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02	ERP ATARJEIA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	HOVAL	ULTRA-GAS (450)	47-013-15	450 kW	EBMPAPST	G3B250-GN 4401	1134004X06	-
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	VTA	1127	208,000 kcal/h	AUTO-QUEM	FXLB	39116	280,000 kcal/h
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TERMAQ	PY-50T-AGP	-	50 BHP	ECOSTAR	ECO-30-GC2A	1230227	700 kW
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TERMAQ	PY-50T-AGP	-	50 BHP	ECOSTAR	ECO-30-GC2A	1230228	700 kW
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	H-41001	-	12,000 sm ³ /h	-	-	-	-
GN-LM-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	H-41001	-	12,000 sm ³ /h	-	-	-	-
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-01	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-682	4800028809	668,000 kcal/h	RIELLO	RS 64/E MZ	02057005089	850 kW
GN-LM-ES-CH1-CALENTA-02	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-682	4800028889	668,000 kcal/h	RIELLO	RS 64/E MZ	02057005090	850 kW
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-01	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	001-16	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02286005363	550 kW
GN-LM-ES-CH2-CALENTA-02	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	TORMENE AMERICANA	TA HV-494	002-16	494,000 kcal/h	RIELLO	RS 44/E MZ	02037005090	550 kW
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-01	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	HEATEC	HCI-3010-25	HI16-202	-	POWER FLAME BURNER	C3-G-25BHTD	121662101	-
GN-LM-ES-CAÑ-CALENTA-02	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	HEATEC	HCI-390-25	HI16-203	-	POWER FLAME BURNER	C3-G-25BHTA	121662100	-

ANEXO 11

**PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL
DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO
DEL GAS NATURAL
(F-MAN-001)**



PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL - SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

ZONA OPERATIVA/CÓDIGO DE UBICACIÓN TÉCNICA	CATEGORÍA DE MANTENIMIENTO/DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN TÉCNICA	OBJETO TÉCNICO ESPECÍFICO	FRECUENCIA	TOTAL ANUAL	UNIDAD	PROGRAMA ANUAL												PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES		
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC				
SISTEMAS DE CALENTAMIENTO																					
MANTENIMIENTO ANUAL (1A)						51	VECES	3	5	3	5	4	3	4	2	4	6	5	5	4	P-MAN-001
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-01-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-01-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-01	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-02	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01	ERP SURCO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01	ERP SURCO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01	ERP LIMA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
GN-02-ES-CH1-CALENTA-01	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-02-ES-CH1-CALENTA-02	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-02-ES-CH2-CALENTA-01	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-02-ES-CH2-CALENTA-02	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
ESTACIONES ZONA NORTE						22	VECES	0	3	0	3	2	1	2	2	4	3	1	1		
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01	ERP GAMBETTA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	
GN-LM-ES-PQA-CALENTA-01	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01	ERM ALICORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02	ERM ALICORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	ERM ALICORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	ERM ALICORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	ERP ARGENTINA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01	ERP EL AGUSTINO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01	ERP FUNCAL 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-PR1-CALENTA-01	ERP PRIALE 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	1A	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
MANTENIMIENTO BIMESTRAL (2M)						204	VECES	18	17	16	16	16	19	18	17	16	16	16	19	P-MAN-003	
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	11	9	11	9	10	8	11	9	11	9	10	8	-	-	1	
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	2M	4	VECES	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	
GN-01-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
GN-01-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-01	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
GN-03-ES-CAÑ-CALENTA-02	ESTACION CAÑETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-				



PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL - SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS NATURAL

ZONA OPERATIVA/CÓDIGO DE UBICACIÓN TÉCNICA	CATEGORÍA DE MANTENIMIENTO/DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN TÉCNICA	OBJETO TÉCNICO ESPECÍFICO	FRECUENCIA	TOTAL ANUAL	UNIDAD	PROGRAMA ANUAL												PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
SISTEMAS DE CALENTAMIENTO																			
ESTACIONES ZONA NORTE																			
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01	ERP GAMBETTA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	88	VECES	7	8	5	7	6	11	7	8	5	7	6	11		
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1		
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-POA-CALENTA-01	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-		
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-		
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-		
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	ERP ARGENTINA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01	ERP EL AGUSTINO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01	ERP FUNCAL 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-		
GN-LM-ES-PR1-CALENTA-01	ERP PRIALE 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1		
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1		
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	2M	4	VECES	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1		
MANTENIMIENTO SEMESTRAL (6M)				51	VECES	4	4	6	5	5	4	3	5	3	5	4	3	P-MAN-002	
ESTACIONES ZONA SUR																			
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-01	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	29	VECES	2	2	2	2	4	3	3	2	3	2	2	2		
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-02	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-CGA-CALENTA-03	CITY GATE LURIN	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-01	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-02	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
GN-LM-ES-CG2-CALENTA-03	CITY GATE LURIN 2	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
GN-01-ES-CHI-CALENTA-01	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-01-ES-CHI-CALENTA-02	ESTACION CHILCA 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-03-ES-CAE-CALENTA-01	ESTACION CAETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-03-ES-CAE-CALENTA-02	ESTACION CAETE	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-PAC-CALENTA-01	ERP PACHACUTEC 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-VIC-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/19 (LA VICTORIA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-MOL-CALENTA-01	ERP JAVIER PRADO 50/10 (LA MOLINA)	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-AT1-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
GN-LM-ES-AT2-CALENTA-01	ERP ATOCONGO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
GN-LM-ES-SU1-CALENTA-01	ERP SURCO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SU2-CALENTA-01	ERP SURCO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-LIM-CALENTA-01	ERP LIMA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-01	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-PCC-CALENTA-02	ERP PACHACAMAC 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-01	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-LUR-CALENTA-02	ERP LURIN 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-01	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-02	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SLO-CALENTA-03	ERP SAN LORENZO 50/3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
GN-02-ES-CH1-CALENTA-01	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
GN-02-ES-CH1-CALENTA-02	ERP CHILCA 150/50	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
GN-02-ES-CH2-CALENTA-01	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
GN-02-ES-CH2-CALENTA-02	ERP CHILCA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
ESTACIONES ZONA NORTE																			
GN-LM-ES-TER-CALENTA-01	ERP GAMBETTA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	22	VECES	2	2	4	3	1	1	0	3	0	3	2	1		
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-01	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SMA-CALENTA-02	ERP SAN MARTIN 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-01	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-02	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
GN-LM-ES-MQ1-CALENTA-03	ERP MAQUINARIAS 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO C	6M	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-POA-CALENTA-01	ERP PARQUES EL AGUSTINO 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-01	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-AL1-CALENTA-02	ERM ALCORP 01	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-01	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-AL2-CALENTA-02	ERM ALCORP 02	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-ARG-CALENTA-01	ERP ARGENTINA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-01	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-SDF-CALENTA-02	ERM SUDAMERICANA DE FIBRAS	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-AGU-CALENTA-01	ERP EL AGUSTINO 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-FUN-CALENTA-01	ERP FUNCAL 50/5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-PR1-CALENTA-01	ERP PRIALE 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-01	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
GN-LM-ES-ATA-CALENTA-02	ERP ATARJEA 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
GN-LM-ES-CCE-CALENTA-01	ERP CARRETERA CENTRAL 50/10	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-01	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A	6M	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
GN-LM-ES-PAM-CALENTA-02	ERP LA PAMPILLA 50/19	SISTEMA DE CALENTAMIENTO B	6M	1	VECES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

ANEXO 12
PLANIFICACIÓN DE REPUESTOS Y
MATERIALES PARA EL
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE
CALENTAMIENTO

		PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES P/MANTTO- SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SD														STOCK DE SEGURIDAD	
Material	Texto breve de material	UM	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total		Grupo
1013462	SENSOR MODELO EXC1000 PARA OLCT FLP	JGO	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0	5.0	Instrumentación
2011895	SENSOR INFRARROJO LEL PARA MILLENNIUM II	EA	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2012293	KIT REGULADOR TA956 DFO+SSV 2" S150	KIT	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	12.0	4.0	Reg TA956
1014210	VALVULA REGULADORA 900 RP/10 3/4"x1"	EA	8.0	6.0	-	1.0	3.0	3.0	-	-	1.0	3.0	5.0	-	30.0	11.0	Reg Tartarini RP10
2003360	VALVULA SS MACH CILINDRICO 1/4"ODX1/4"OD	EA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	60.0	21.0	Conectores y accesorios SS
1014091	SIKA FLEX - 11 FC + 600 ML	EA	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	50.0	30.0	30.0	50.0	30.0	30.0	400.0	140.0	Consumibles
1013781	VALVULA SOLENOIDE Z2088LA08L	GAL	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2009976	KIT DE MTTTO P/VALV REG TARTARINI RP/10	EA	-	2.0	-	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	4.0	1.0	Reg Tartarini RP10
1013520	FOTOCELULAS UV PARA CALENTADORES	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	6.0	2.0	Calentadores
2011681	VARILLA DE IGNICION Y DETECCION	JGO	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	3.0	1.0	Calentadores
2009977	KIT DE MTTTO P/VALV REG TARTARINI RP/011	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Reg Tartarini RP11
2008400	VALVULA BLOQUEO Y PURGA	EA	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	-	9.0	3.0	Conectores y accesorios SS
1014246	VALVULA REGULADORA RP/11 1 X 1 1/4 S300	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg Tartarini RP11
1007639	JUNTA AISLANTE 2" S 150	EA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	65.0	23.0	Empaquetaduras aislantes
1006640	KIT REPUESTO REGULADOR 1"/25MM S300	KIT	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg TA956
1008312	ELEMENTO FILTRANTE D-254 E	EA	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	25.0	9.0	Reg TA956
1014590	Válvula restrictora de aluminio	EA	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014141	TARIETA DE DISPLAY OLDHAM MOD OLCT60AD	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1006641	KIT REGULADOR ALPHARD DFO+FC+SSV 2" S150	KIT	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956
1013775	CONTROLADOR DE LLAMA DKG 972	M3	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	1.0	-	10.0	4.0	Calentadores
1007640	JUNTA AISLANTE 3" S150	EA	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	40.0	14.0	Empaquetaduras aislantes
1014530	KIT REGULADOR EQA S217	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
2008296	GRASA SINTETICA SUPER LUBE	EA	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	8.0	-	-	40.0	14.0	Consumibles
2010240	ELECTROBOMBA UPS40-160F	EA	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014012	SENSOR MAGNETICO DDL	EA	-	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1006642	KIT REPUESTO REGULADOR 2"/50MM S300	EA	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956
1014321	CABEZA DE FUEGO DEL QUEMADOR EQA 93-6	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1013944	DISPLAY Y CABLE SENSOR DE PRESION FOXBOR	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	6.0	2.0	Instrumentación
1013570	AMPLIFICADOR DE IONIZACIÓN	M3	-	3.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Calentadores
2012211	POSICIONADOR ELECTRONEUMATICO ECKARDT	EA	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1013777	PILOTO DE ENCENDIDO EQA 194	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
1009183	PLAQUETA UV2 PARA CALENTADORES	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	6.0	2.0	Calentadores
1012114	SENSOR TEMP RTD PT100 CLASB MOD 65 160MM	EA	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2004303	PAÑOS ABSORVENTES WYPALL X-70 ROLL	M	-	10.0	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-	-	20.0	7.0	Consumibles
1013268	MANIFOLD 5 VIAS BYPASS TRANSMISOR DIF	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Conectores y accesorios SS
2001171	GUANTE LATEX NO ESTERIL TALLA L X 100 EA	M	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	120.0	42.0	Consumibles
1008320	VALVULA BLOQUEO PURGA 1/2"NPT3000PSI	EA	-	5.0	-	-	-	-	-	-	5.0	-	-	-	10.0	4.0	Conectores y accesorios
1014638	BARRERA DE SEGURIDAD INTRINSECA	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1012115	SENSOR TEMP RTD PT100 CLASB MOD 65 250MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1006687	MANOMETRO 0-60 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	PZA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Instrumentación
2003361	CONECTOR SS HEMBRA 1/4"ODX1/4"ISO RG	EA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	60.0	21.0	Conectores y accesorios SS
2011227	TERMOMETRO 0-120°C / LONGITUD 352MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2011213	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 247MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1013591	TRANSFORMADOR DINAVOX	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	2.0	8.0	3.0	Calentadores
2003180	TERMOPOZO ROSCADO SS PARA TUBO DE 3"	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-	20.0	7.0	Conectores y accesorios SS
1013582	MOTOR 1/3HP DIRISIO/ QUEMADOR	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
2010241	ELECTROBOMBA UPS 32-80F	EA	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
2001620	TEFLON EN PASTA	EA	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	-	-	30.0	11.0	Consumibles
1014753	VALVULA SOLENOIDE 1" DE 2 VIAS	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores

1013590	TERMOSTATOS DE AGUA - IMIT	EA	-	-	3.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Calentadores
1009182	REGULADOR 722-A R12 DN 3/4" PENT10-19BA	KIT	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg 722
2003175	TERMOPOZO ROSCADO SS PARA TUBO DE 2"	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-	20.0	7.0	Conectores y accesorios SS
2011220	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 452MM	M	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1006684	MANOMETRO 0-7 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	BOX	-	-	2.0	-	2.0	-	-	1.0	-	-	-	-	5.0	2.0	Instrumentación
2001619	LUBRICANTE AFLOJATODO	BAG	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	10.0	-	130.0	46.0	Consumibles
1013853	KIT RECAMBIO TA960 T APU50 MP FB(FO)	EA	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	6.0	2.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1013854	KIT PILOTO TA-959 PU50 MP DD FC	EA	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	6.0	2.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1007230	MANOMETRO 0-100 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	-	3.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Instrumentación
1008601	KIT REPUESTO PILOTO PU50 MP DD	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	3.0	-	-	-	6.0	2.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1014380	Indicador posición DFO TA-956 Ø 1"- 2"	PZA	-	2.0	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Reg TA956
1013264	MANIFOLD DE 3 VIAS BYPASS MANONETRO DIF	KIT	-	-	2.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	3.0	1.0	Conectores y accesorios SS
2011515	BOQUILLA ANTITHERM	EA	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
2002095	SHAMPOO JHONSON 400 cc	EA	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	10.0	-	130.0	46.0	Consumibles
1008606	SENSOR DE BLOQUEO 958 MODELO CX 640	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA958
1013979	MANOMETRO PRESION 0-400MBAR 1/8NPT D63MM	M3	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1013978	MANOMETRO PRESION 0-100MBAR 1/8NPT D63MM	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2011217	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 132MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011218	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 182MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2005549	CINTA GRIS 3M	EA	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	50.0	18.0	Consumibles
1013585	PRESOSTATO DE AIRE HELMONT	PZA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	6.0	2.0	Calentadores
1013852	KIT PILOTO TA-959 PU50 MP FB DD FO	KIT	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	1.0	-	5.0	2.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
2011226	TERMOMETRO 0-100°C / LONGITUD 92 MM	EA	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1006680	MANOMETRO 0-10 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	-	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2010940	CONECTOR RAPIDO-ESPIGA-MANGUERA 3/4"	M	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Conectores y accesorios SS
1014328	PROGRAMADOR DE ENCENDIDO MMI 810 - 23	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014223	MANOMETRO 0-4 BAR / 0-60 PSI 1/4 " 38MM	EA	-	-	3.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Instrumentación
1009181	REGULADOR 722-1 R7 DN 3/4" P.ENT5-10BAR	EA	-	-	2.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg 722
1014741	MOTOR WEG MODELO AL90S/L DE 3HP	EA	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1013770	BOBINA 1/2" P/SOLENOIDE ACCION DIRECTA	KIT	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Calentadores
2011223	TERMOMETRO 0-60°C LONG119MM ACOPLE 27MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011215	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 112MM	PKG	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011222	TERMOMETRO 0-100°C / LONGITUD 132MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011219	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 227MM	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011224	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 147 MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011214	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 102MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011216	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 122MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011221	TERMOMETRO 0-100°C / LONGITUD 102MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2011225	TERMOMETRO 0-60°C / LONGITUD 352MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014723	CARCASA QUEMADOR HXH	PZA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Calentadores
1008602	ASIENTO PILOTO PU50 MP (CU80 MP) (405)	EA	-	-	5.0	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	10.0	4.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1006686	MANOMETRO 0-40 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	EA	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1013855	KIT RECAMBIO TA962 FSP230(PU50 MP DD FC)	EA	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956
1006685	MANOMETRO 0-16 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1013980	MOTOR ELECT MON 220VAC 2550/3450RPM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014381	Indicador posición FC TA-956 Ø 1"- 2"	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg TA956
1009180	REGULADOR 722-1 R7 DN 3/4" P.ENT.1-4BAR	KIT	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg 722
2001627	JUNTA AISLANTE 3" S300	EA	4.0	-	-	-	3.0	-	-	-	3.0	-	-	-	10.0	4.0	Empaquetaduras aislantes
1014170	TARJETA FUENTE OLDHAM	EA	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1007272	DIAFRAGMA D770 ALIMENTADOR TA-962 FSP230	EA	-	-	4.0	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	8.0	3.0	Reg Alimentador AL30
1013782	TRANSFORMADOR DE ENCENDIDO TEE - 1	M	6.0	5.0	5.0	1.0	7.0	5.0	2.0	5.0	8.0	2.0	1.0	5.0	52.0	18.0	Calentadores

1008555	MANOMETRO 0-15 BAR DIAL4" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1013780	VALVULA SOLENOIDE Z1327BA302	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Calentadores
2001579	CONECTOR RECTO SS MACHO 1/4"NPTX3/8"OD	EA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	60.0	21.0	Conectores y accesorios SS
1006679	MANOMETRO 0-100 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1013773	BUJIA DE ENCENDIDO EQA 91-75	EA	-	3.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Calentadores
1007574	VALVULA BOLA 1", 1000 PSI WOG	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Conectores y accesorios
2002384	TUBING ACERO INOX1/4" 316 50 BAR 0.035"	EA	-	6.1	-	6.1	-	6.1	6.1	6.1	-	6.1	-	6.1	42.7	15.0	Conectores y accesorios SS
2001581	CONECTOR CODO SS MACHO 1/4"NPTX1/4"OD	EA	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	-	-	30.0	11.0	Conectores y accesorios SS
1014394	SENSOR DE PROXIMIDAD DE ESTADO SOLIDO NC	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1006683	MANOMETRO 0-4 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
2001626	JUNTA AISLANTE 2" S300	EA	-	4.0	-	-	-	3.0	-	-	-	3.0	-	-	10.0	4.0	Empaquetaduras aislantes
2012352	VALVULA SOLENOIDE 2 VIAS 24VDC 1/4" NA	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
2001578	CONECTOR RECTO SS MACHO 1/4"NPTX1/4"OD	PZA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	60.0	21.0	Conectores y accesorios SS
1014397	SENSOR DE PROXIMIDAD DE ESTADO SOLIDO AC	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1008400	LEVA BLOQUEO REGULADOR TA956 1"/25MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Reg TA956
1008154	VALVULA AGUJA 1/4" NPT HEMBRA A HEMBRA	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Conectores y accesorios SS
2003387	JUNTA AISLANTE 1" S300	PZA	4.0	-	-	-	3.0	-	-	-	3.0	-	-	-	10.0	4.0	Empaquetaduras aislantes
1013772	BUJIA DE DETECCION P/ QUEMADOR EQA 91-75	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
1007262	CARTUCHO FILTRO BRONCE 421 AL 30	PZA	-	-	4.0	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	8.0	3.0	Reg Alimentador AL30
2001532	TRAPO INDUSTRIAL DE COLORES	EA	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	32.0	450.0	158.0	Consumibles
2001705	TERMOMETRO 0-100C BIMETALICO 1/2" DIAL3"	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1013945	TAPA DE VIDRIO SENSOR DE PRESION FOXBORO	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
2002945	JUNTA AISLANTE 1-1/2" S150	PZA	4.0	-	-	-	3.0	-	-	-	3.0	-	-	-	10.0	4.0	Empaquetaduras aislantes
1014727	CARTON AISLANTE DE FIBRA CERAMICA	PZA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	1.0	-	1.0	3.0	1.0	Calentadores
2012351	VALVULA SOLENOIDE 2 VIAS 24VDC 1/4" NC	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1014222	MANOMETRO 0-2 BAR / 0-30 PSI 1/4 " 38MM	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014725	CARCASA QUEMADOR MXL	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1009162	MANOMETRO 0-4 BAR DIAL 2" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1007264	DIAPHRAGMA PILOTO 471 # 1MM CU80MP DM	EA	-	-	4.0	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	8.0	3.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
2004301	MANOMETRO 0-4 BAR DIAL 4" ROSCA1/2"NPT	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
2003362	CONECTOR SS MACHO 1/4"ODX1/4" ISO RS	EA	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	5.0	-	30.0	11.0	Conectores y accesorios SS
1007571	VALVULA BOLA 1/4", 1000 PSI WOG	EA	-	5.0	5.0	-	-	4.0	3.0	-	-	-	-	-	17.0	6.0	Conectores y accesorios
1014732	DIFUSOR DE AIRE HXH	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2003101	CONECTOR TE LATERAL MACHO1/4"NPTX3/8"OD	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Conectores y accesorios SS
2011680	VALVULA REGULADORA D/PRESION D/AIRE MIDI	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2011601	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Calentadores
1014738	KIT SERVODIAPHRAGMA APERTURA RAPIDA	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
1014737	KIT SERVODIAPHRAGMA APERTURA LENTA	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
1014245	RELE CONTROL LIQUIDO SCHNEIDE RM35LM33MW	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014724	CARCASA QUEMADOR LXL	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1013774	BUJIA DE ENCENDIDO AQ	EA	-	2.0	-	-	-	-	-	-	1.0	-	1.0	-	4.0	1.0	Calentadores
2002509	LIMPIADOR CONTACTOS QD GRADO ELECTRICO	EA	-	-	5.0	-	5.0	-	-	5.0	-	-	5.0	-	20.0	7.0	Consumibles
2001584	UNION RECTA SS 1/4"ODX1/4"OD	M	-	6.0	-	-	-	6.0	-	-	-	6.0	-	-	18.0	6.0	Conectores y accesorios SS
2007944	CONECTOR DIELECTRICO 1/4" OD	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Conectores y accesorios SS
1014248	RELE TERMICO P/CONTACTOR TRIPOLAR 220VAC	EA	-	-	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
1013779	SENSOR DE LLAMA AQ	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	6.0	2.0	Calentadores
1008401	LEVA BLOQUEO REGULADOR TA957 2"/50MM	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Reg TA957
1014319	CONTROLADOR DE TEMPERATURA TZN/4S	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1008600	KIT REPUESTO PILOTO PU50 MP (CU80MP)	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1014749	TURBINA DE AIRE QUEMADOR AUTOQUEM LXL	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2005979	ENVASE ATOMIZADOR PARA SOLUCION JABONOSA	CAN	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	30.0	11.0	Consumibles

1006681	MANOMETRO 0-2.5 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014201	CONTACTOR TRIPOLAR C/ BOBINA 220V AC	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1012144	REDUCTOR DE 1/2"OD A 1/4"OD	EA	-	3.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Conectores y accesorios SS
1013976	BORNE RELE MINIATURA 8 PIN	EA	7.0	6.0	-	-	3.0	4.0	4.0	5.0	6.0	3.0	5.0	1.0	44.0	15.0	Calentadores
1008603	PORTA ASIEN TO J432 PILOTO TA-959 PU50 MP	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	6.0	2.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1009280	MANOMETRO 0-30 BAR DIAL11/2" 1/8"NPT	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1009282	MANOMETRO 0-60 BAR DIAL11/2" 1/8NPT T	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2001590	NIPLE HEXAGONAL SS 1/4"NPTX1/4"NPT	EA	-	-	3.0	-	3.0	-	-	3.0	-	3.0	-	3.0	15.0	5.0	Conectores y accesorios SS
1006678	MANOMETRO 0-160 BAR DIAL4" ROSCA 1/2"NPT	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Instrumentación
2002454	BUSHING SS 1/2"NPT MACHO X1/4"NPT HEMBRA	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Conectores y accesorios SS
2012154	PALANCA TIPO ROLDANA 802T-W17	EA	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
2007100	MANOMETRO 0-14BAR DIAL21/2" ROSCA1/4"NPT	OZ	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Instrumentación
2001557	JUNTA ESPIROMETALICA DE 3" S300	EA	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	25.0	9.0	Empaquetaduras
1013975	BORNE RELE MINIATURA 5 PIN	EA	2.0	8.0	6.0	3.0	6.0	4.0	8.0	8.0	5.0	2.0	5.0	-	57.0	20.0	Calentadores
2001593	TAPON MACHO S 3000 GALVANIZADO 1/4"NPT	EA	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	-	-	-	20.0	7.0	Conectores y accesorios
1014728	CONECTOR ANGULAR PARA ELECTRODO	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Calentadores
2001600	CONECTOR RECTO SS MACHO 1/4"NPTX10MMOD	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	-	-	8.0	3.0	Conectores y accesorios SS
2001549	JUNTA ESPIROMETALICA DE 3" S150	EA	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	25.0	9.0	Empaquetaduras
2009013	AUTOADHESIVO P/INSTRUMENTOS CALIBRADO	EA	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	600.0	210.0	Consumibles
2002343	CONECTOR RECTO SS MACHO 1/8"NPTX1/4"OD	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Conectores y accesorios SS
2002661	ESCOBILLA ALAMBRE ACERO C/MANGO 4X14"	EA	-	20.0	-	-	20.0	-	-	20.0	-	-	10.0	-	70.0	25.0	Herramientas control de corrosión
1013982	RELE TERMICO 5.5-8 P/CONTACTOR C/BOBINA	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2001577	CINTA TEFLON DE 1/2"	PZA	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	10.0	153.0	54.0	Consumibles
1006682	MANOMETRO 0-1 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	EA	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Instrumentación
2012214	PISTOLA MANUAL SALCHICHA SIKA MK-5/600	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	2.0	1.0	Consumibles
1009164	MANOMETRO 0-25 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	PZA	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Instrumentación
2001548	JUNTA ESPIROMETALICA DE 2" S150	EA	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	25.0	9.0	Empaquetaduras
1012153	REDUCCION FEM 1/2"NPT X MAL1/4"NPT	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-	4.0	1.0	Conectores y accesorios
2008495	COJINETE 1/2"NPT X 1/4"NPT M-M	EA	-	-	2.0	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	5.0	2.0	Conectores y accesorios SS
1014227	NIPLE ACERO SCH 40 DE 3/4 x 7"	EA	-	4.0	5.0	-	8.0	1.0	2.0	1.0	3.0	4.0	2.0	1.0	31.0	11.0	Accesorios de acero
2001912	RED. CON. 2.1/2" X 1" SCH40 A105	EA	7.0	4.0	-	3.0	-	6.0	3.0	-	-	6.0	7.0	7.0	43.0	15.0	Accesorios de acero
2001913	RED. CON. 4" X 2.1/2" SCH40 A105	EA	-	8.0	-	3.0	-	3.0	8.0	4.0	1.0	7.0	5.0	1.0	40.0	14.0	Accesorios de acero
1007263	DIAFRAGMA 470 PILOTO # 2MM UC80MP DM	M	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1013571	BASE DE PROGRAMADOR DE ENCENDIDO	EA	6.0	2.0	-	6.0	1.0	-	1.0	6.0	8.0	3.0	2.0	-	35.0	12.0	Calentadores
1014211	BASE PORTA ELECTRODO 1/2" NPT	EA	8.0	6.0	5.0	2.0	7.0	7.0	5.0	5.0	8.0	8.0	7.0	4.0	72.0	25.0	Calentadores
1014110	BORNE DE CONEXION 16MM2 CONEXION SIMPLE	EA	-	-	1.0	4.0	4.0	3.0	1.0	3.0	6.0	2.0	5.0	5.0	34.0	12.0	Calentadores
1014726	CARCASA QUEMADOR YXLB	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2002640	NIPLE HEX GALVANIZA S3000 1/4"NPT1/4"NPT	PZA	-	2.0	-	2.0	2.0	-	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	16.0	6.0	Conectores y accesorios
1012140	UNION REDUCCION 1/4"ODX1/8"OD	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	1.0	-	-	-	-	5.0	2.0	Conectores y accesorios SS
1014320	CONTROLADOR DE FLAMA DMG 972	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Calentadores
2007193	BROCHA DE 4"	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Consumibles
1006633	GUARDA MOTOR GV2-ME03	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
1006632	GUARDA MOTOR GV2-ME06	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
1006631	GUARDA MOTOR GV2-ME08	ROL	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
1014531	GUARDAMOTOR DE 09 a 14 AMP.	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.0	-	4.0	1.0	Calentadores
2001721	INHIBIDOR DE CORROSION NALCO 8338	EA	2.0	6.0	6.0	6.0	6.0	2.0	2.0	1.0	5.0	-	6.0	1.0	43.0	15.0	Calentadores
1014112	LLAVE TERMO MAGNÉTICA 4A 230/400Vac	EA	-	6.0	6.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	5.0	-	-	25.0	9.0	Calentadores
1014324	LUZ PILOTO AMARILLA C/LED 24VAC/DC	EA	3.0	6.0	8.0	8.0	5.0	4.0	-	7.0	4.0	6.0	3.0	7.0	61.0	21.0	Calentadores
1014325	LUZ PILOTO ROJA C/LED 24VAC/DC	ROL	1.0	4.0	1.0	2.0	8.0	3.0	-	4.0	5.0	1.0	6.0	2.0	37.0	13.0	Calentadores
1014326	LUZ PILOTO VERDE C/LED 24VAC/DC	ROL	7.0	3.0	-	7.0	7.0	1.0	1.0	2.0	3.0	5.0	5.0	3.0	44.0	15.0	Calentadores
1014327	MICRO INTERRUPTOR 47MM C/PALANCA	ROL	5.0	2.0	3.0	-	4.0	4.0	7.0	3.0	4.0	5.0	2.0	1.0	40.0	14.0	Calentadores

2002510	ESCOBILLA ALAMBRE BRONCE C/MANGO 4X14"	EA	-	6.0	-	6.0	-	6.0	-	6.0	-	6.0	-	30.0	11.0	Herramientas control de corrosión	
1014322	QUEMADOR VENTURI EQA 93-6	EA	2.0	-	2.0	2.0	2.0	-	2.0	-	-	2.0	1.0	2.0	15.0	5.0	Calentadores
1013983	RELE MINIATURA 5 PIN	EA	7.0	1.0	6.0	8.0	7.0	4.0	3.0	8.0	6.0	3.0	2.0	3.0	58.0	20.0	Calentadores
1013974	RELE MINIATURA 8 PIN	KG	1.0	6.0	7.0	8.0	2.0	7.0	4.0	2.0	5.0	-	4.0	7.0	53.0	19.0	Calentadores
1014200	RELE MINIATURA ENCHUFABLE 24 V DC	EA	6.0	7.0	6.0	-	8.0	7.0	4.0	7.0	4.0	5.0	-	8.0	62.0	22.0	Calentadores
1012146	REDUCTOR 1/8" OD X 1/4"OD	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	1.0	-	-	-	5.0	2.0	Conectores y accesorios SS
1014329	SWTICH ON/OFF 2 POSICIONES	EA	4.0	7.0	2.0	2.0	5.0	7.0	8.0	8.0	6.0	6.0	8.0	2.0	65.0	23.0	Calentadores
1014532	Tapa para quemador	EA	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	-	-	8.0	3.0	Calentadores
1014330	TIMER ELECTRONICO A2E	EA	4.0	2.0	6.0	6.0	2.0	2.0	5.0	8.0	6.0	7.0	7.0	2.0	57.0	20.0	Calentadores
1014247	VARILLA DE ACERO INOXIDABLE 1/4"	EA	7.0	-	-	3.0	2.0	5.0	8.0	1.0	1.0	7.0	5.0	7.0	46.0	16.0	Calentadores
1014221	CUPLA PARA ROSCAR 1/4" 3000 LBS	EA	7.0	-	1.0	2.0	-	1.0	1.0	1.0	3.0	7.0	2.0	4.0	29.0	10.0	Conectores y accesorios
2001604	CONECTOR CODO SS MACHO 1/4"NPTX10MMOD	EA	7.0	-	2.0	8.0	7.0	6.0	5.0	7.0	1.0	8.0	2.0	1.0	54.0	19.0	Conectores y accesorios SS
2002940	CONECTOR TE SS MACHO1/4" NTPX10MM OD	EA	2.0	4.0	-	1.0	6.0	-	7.0	5.0	3.0	5.0	5.0	8.0	46.0	16.0	Conectores y accesorios SS
2003173	MANIFOLD DE 3 VIAS P/MONTAJE MANOMETRO	EA	2.0	2.0	2.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0	-	2.0	13.0	5.0	Conectores y accesorios SS
2010590	MANIFOLD DE PRESION DIFERENCIAL	EA	-	1.0	5.0	7.0	7.0	-	3.0	4.0	5.0	1.0	4.0	6.0	43.0	15.0	Conectores y accesorios SS
2001597	NIPLE HEXAGONAL SS 1/2"NPTX1/4"NPT	PZA	2.0	8.0	6.0	5.0	7.0	1.0	5.0	2.0	-	2.0	8.0	-	46.0	16.0	Conectores y accesorios SS
2003302	NIPLE HEXAGONAL SS 1/4"NPTX1/4"BSP	EA	-	6.0	1.0	5.0	7.0	2.0	7.0	-	7.0	8.0	7.0	4.0	54.0	19.0	Conectores y accesorios SS
1012159	TAPON PARA TUBING 1/4"OD	EA	-	2.0	5.0	5.0	6.0	-	8.0	3.0	6.0	7.0	8.0	7.0	57.0	20.0	Conectores y accesorios SS
1012137	RECTO SS HEMBRA 1/4"NPTX1/8"OD	EA	2.0	8.0	1.0	-	6.0	2.0	1.0	8.0	5.0	4.0	8.0	7.0	52.0	18.0	Conectores y accesorios SS
1013977	CONTACTOR TRIPOLAR 220VAC 1NC 1NO	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1013463	KIT HERRAMIENTA DETEC.GAS OLCST 50/60/80	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014041	MIRILLA PYREX 1/4 x 1 1/2	EA	-	-	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
2011793	REDUCTOR INOX BUSHING 1-1/2 A 3/4 NTP	PZA	6.0	3.0	5.0	2.0	1.0	8.0	-	6.0	8.0	8.0	5.0	3.0	55.0	19.0	Conectores y accesorios SS
1012151	TE MACHO 1/4"NPT X 1/4"OD	EA	7.0	7.0	4.0	-	1.0	1.0	4.0	4.0	1.0	2.0	4.0	6.0	41.0	14.0	Conectores y accesorios SS
2006525	DISCO DE ACERO DE 2" DE CORTE POR AGUA	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Herramientas control de corrosión
2004273	INHIBIDOR DE OXIDO LPS N°3	PZA	2.0	5.0	2.0	-	1.0	2.0	5.0	8.0	5.0	6.0	-	3.0	39.0	14.0	Consumibles
1014117	PERNO EXAGONAL ACERO 5/32" X 3/8"	EA	7.0	2.0	2.0	5.0	7.0	3.0	2.0	4.0	6.0	3.0	8.0	8.0	51.0	18.0	Consumibles
1014228	PERNO HEXAGONAL 1/4 X 1"	EA	4.0	5.0	7.0	2.0	6.0	5.0	3.0	8.0	-	8.0	3.0	-	51.0	18.0	Consumibles
1014230	PERNO HEXAGONAL 1/4 x 1 1/4"	EA	5.0	5.0	4.0	2.0	-	8.0	3.0	4.0	8.0	8.0	5.0	1.0	53.0	19.0	Consumibles
1014229	PERNO HEXAGONAL 1/4 x 3/4"	EA	4.0	7.0	-	3.0	6.0	8.0	3.0	8.0	5.0	1.0	3.0	7.0	55.0	19.0	Consumibles
1014231	PERNO HEXAGONAL 3/16 x 2"	EA	7.0	3.0	2.0	7.0	8.0	-	7.0	6.0	3.0	2.0	4.0	2.0	51.0	18.0	Consumibles
1014232	PERNO HEXAGONAL 5/16 x 1 1/2"	EA	6.0	5.0	7.0	2.0	6.0	3.0	7.0	7.0	6.0	7.0	-	6.0	62.0	22.0	Consumibles
1014233	PERNO HEXAGONAL 5/16 x 3 1/2"	PKG	3.0	8.0	2.0	5.0	8.0	8.0	2.0	8.0	4.0	8.0	5.0	8.0	69.0	24.0	Consumibles
1014234	PERNO HEXAGONAL 7/16 x 1"	COL	6.0	8.0	5.0	3.0	8.0	3.0	4.0	1.0	1.0	1.0	8.0	3.0	51.0	18.0	Consumibles
1014235	PERNO SOCKET ALLEN 1/4 x 1 1/4"	EA	8.0	4.0	7.0	3.0	5.0	3.0	3.0	8.0	2.0	8.0	1.0	3.0	55.0	19.0	Consumibles
1014236	PERNO SOCKET ALLEN 1/4 x 1"	EA	7.0	-	5.0	-	1.0	-	7.0	3.0	2.0	2.0	6.0	4.0	37.0	13.0	Consumibles
1014237	PERNO SOCKET ALLEN 1/4 x 3/4"	EA	2.0	8.0	7.0	5.0	-	4.0	-	7.0	5.0	7.0	8.0	3.0	56.0	20.0	Consumibles
1014238	PERNO SOCKET ALLEN 3/16 x 1"	EA	3.0	-	5.0	6.0	2.0	2.0	6.0	3.0	7.0	6.0	8.0	3.0	51.0	18.0	Consumibles
1014116	PERNO SOCKET CAB ALLEN CIRC 3/16" X 1"	EA	4.0	-	2.0	1.0	2.0	-	3.0	5.0	6.0	2.0	7.0	6.0	38.0	13.0	Consumibles
1014118	TUERCA HEXAGONAL INOX PARA PERNO 3/16"	EA	6.0	7.0	7.0	8.0	5.0	-	6.0	8.0	7.0	2.0	8.0	7.0	71.0	25.0	Consumibles
1014119	TUERCA HEXAGONAL INOX PARA PERNO 5/32"	CAN	-	8.0	5.0	8.0	7.0	4.0	5.0	2.0	5.0	8.0	4.0	4.0	60.0	21.0	Consumibles
2002001	GLICERINA USP	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014113	RODAMIENTO RADIAL DE BOLAS MOD 6204Z	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Calentadores
1014111	FUSIBLE CARTUCHO 8X31MM S/I. AM 10A	EA	8.0	2.0	-	6.0	5.0	7.0	4.0	5.0	1.0	2.0	8.0	-	48.0	17.0	Eléctricos
1014043	RODAMIENTO DE BOLA 6202 Z	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	2.0	-	2.0	2.0	14.0	5.0	Calentadores
2001701	JUNTA ESPIROMETALICA DE 1-1/2" S300	EA	8.0	1.0	7.0	-	3.0	-	8.0	5.0	-	8.0	6.0	7.0	53.0	19.0	Empaquetaduras
2001563	JUNTA ESPIROMETALICA DE 2" S900	EA	5.0	7.0	3.0	4.0	3.0	4.0	1.0	5.0	2.0	6.0	-	5.0	45.0	16.0	Empaquetaduras
2002426	JUNTA ESPIROMETALICA DE 3" S900	PZA	7.0	4.0	2.0	8.0	7.0	7.0	3.0	8.0	1.0	7.0	6.0	6.0	66.0	23.0	Empaquetaduras
1013981	RELE TERMICO 2.5-4 P/CONTACTOR C/BOBINA	EA	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1013465	COPA DE CALIBRACIÓN MOD.CEX300/OLC SERIE	EA	5.0	8.0	6.0	6.0	4.0	7.0	8.0	2.0	3.0	2.0	5.0	6.0	62.0	22.0	Instrumentación
2008501	DETECTOR DE FUEGO	EA	6.0	5.0	-	8.0	5.0	3.0	6.0	6.0	3.0	1.0	8.0	8.0	59.0	21.0	Instrumentación

1013461	DETECTOR DE GASES OLDHAND MOD.OLCT60AD.	EA	7.0	7.0	3.0	1.0	4.0	4.0	1.0	4.0	3.0	6.0	-	2.0	42.0	15.0	Instrumentación
1014306	INDICADOR DE FLUJO	M3	2.0	3.0	-	2.0	-	4.0	7.0	8.0	5.0	2.0	4.0	7.0	44.0	15.0	Instrumentación
1008115	MEDIDOR DE GAS MOD FLUXI 2000 TZ G160 3"	EA	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1008116	MEDIDOR DE GAS MOD FLUXI 2000 TZ G250 3"	EA	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	3.0	1.0	Instrumentación
1014296	TARJETA ANALOGA 3-2350-041	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014298	TARJETA CONTROL DE VALVULA 3-0500-178	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014297	TARJETA CONTROL TEMPERATURA 3-0500-202	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014313	TARJETA CPU Y COMUNICACION 2-3-2350-232	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014299	TARJETA DE PANTALLA LED 3-2350-026	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014300	TARJETA DECODIFICADOR 3-0500-200	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014301	TARJETA FUENTE DE PODER 3-2350-020	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014302	TARJETA I/O ENTRADAS/SALIDAS	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014303	TARJETA INTERFAZ 3-2350-005	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
1014304	TARJETA PRE AMPLIFICADORA 3-0500-201	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Instrumentación
2001555	JUNTA ESPIROMETALICA DE 1" S300	EA	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	-	20.0	7.0	Empaquetaduras
1013740	TRANSDUCTOR DE PRESION DE 3 A 30 BAR	EA	2.0	1.0	4.0	1.0	5.0	7.0	5.0	6.0	6.0	8.0	8.0	8.0	61.0	21.0	Instrumentación
1013835	TRANSDUCTOR RB2	EA	6.0	6.0	7.0	5.0	8.0	5.0	8.0	5.0	2.0	1.0	1.0	1.0	55.0	19.0	Instrumentación
2008420	TRANSMISOR DE PRESION 0-10.3 BARG	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2008421	TRANSMISOR DE PRESION 0-55.2 BARG	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2003721	TRANSMISOR DE PRESION ABSOLUTA 0-10BARG	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2003172	TRANSMISOR DE PRESION DIF. DE 0-1500MBAR	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
2003724	TRANSMISOR DE TEMPERATURA -20 A +50 °C	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1014480	TRANSMISOR DE TEMPERATURA YTA-70-E/SS2	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación
1013752	CORUS PANTALLA DE TABLERO	EA	7.0	4.0	-	3.0	4.0	3.0	1.0	8.0	6.0	6.0	7.0	1.0	50.0	18.0	Medición
1012112	MODULO DE FUSIBLE QSONIC3 INSTROMET	EA	7.0	5.0	8.0	-	2.0	7.0	5.0	7.0	1.0	2.0	7.0	1.0	52.0	18.0	Medición
1012110	PROSON QSONIC3 INSTROMET	EA	7.0	4.0	3.0	7.0	5.0	6.0	4.0	2.0	3.0	-	2.0	2.0	45.0	16.0	Medición
1012111	PROTRAN QSONIC3 INSTROMET	EA	4.0	3.0	1.0	6.0	2.0	-	6.0	-	7.0	3.0	7.0	2.0	41.0	14.0	Medición
1014045	RODAMIENTO DE BOLA 6203 Z	PZA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	10.0	4.0	Calentadores
1012148	BUSHING MA 1/4"NPT X FEM 1/8"NPT	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	1.0	-	-	5.0	2.0	Conectores y accesorios
1013464	IMAN CODIGO OLCT60	EA	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	-	-	1.0	-	3.0	1.0	Instrumentación
2010592	DILUYENTE ECOPOL	EA	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2007204	DILUYENTE ECOPOXY 90	EA	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2007575	DILUYENTE EPOXICO AMERCOAT 65	EA	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2008873	JET PRIMER EPOXI (A+B)	EA	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2010601	Jet Tube	GAL	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2010602	Jet Zinc I-860	GAL	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2010603	Jet Zinc Organic 850	EA	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	48.0	17.0	Pinturas
2011845	POLIURETANO ACRILICO - GRIS RAL 7035	GAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Pinturas
2010604	POLIURETANO ACRILICO - AMARILLO RAL 1004	GAL	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	72.0	25.0	Pinturas
2010605	POLIURETANO ACRILICO - NARANJA RAL 2004	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Pinturas
2010606	POLIURETANO ACRILICO - ROJO RAL 3001	GAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Pinturas
2010607	POLIURETANO ACRILICO - VERDE RAL 6002	EA	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	36.0	13.0	Pinturas
2010608	POLIURETANO ACRILICO - ALUMINIO RAL 9006	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Pinturas
2010609	POLIURETANO ACRILICO - BLANCO RAL 9010	KIT	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	72.0	25.0	Pinturas
2010610	POLIURETANO ACRILICO - NEGRO RAL 9011	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Pinturas
1014734	DIFUSOR DE AIRE MXL	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
2009966	KIT DE MTTTO P/VALVULA REG EPTA 657 SZ 34	EA	2.0	3.0	1.0	7.0	2.0	5.0	4.0	3.0	7.0	8.0	8.0	1.0	51.0	18.0	Reg EPTA 657
2009974	KIT DE MTTTO P/VALV REG FISHER 657 SZ 34	EA	7.0	3.0	7.0	7.0	5.0	5.0	2.0	7.0	-	8.0	4.0	-	55.0	19.0	Reg Fisher 657
2009975	KIT DE MTTTO P/VALV REG FISHER 667 SZ 46	EA	6.0	2.0	3.0	4.0	7.0	4.0	3.0	4.0	8.0	1.0	3.0	8.0	53.0	19.0	Reg Fisher 667
2009973	KIT DE MTTTO P/VALVULA REG 667 SZ 46	EA	3.0	7.0	8.0	1.0	4.0	2.0	8.0	6.0	1.0	5.0	2.0	1.0	48.0	17.0	Reg Fisher 667
2001617	ESPATULAS DE 2"	EA	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	-	20.0	7.0	Consumibles

2003104	FERULA TRASERA SS 1/4"OD	EA	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	-	20.0	7.0	Conectores y accesorios SS
2003112	FERULA DELANTERA SS 1/4"OD	EA	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-	-	20.0	7.0	Conectores y accesorios SS
1014242	ABRAZADERA U BOLT 1/4 X 1 1/2"	EA	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	60.0	21.0	Accesorios de acero
2001547	JUNTA ESPIROMETALICA DE 1" S150	EA	-	5.0	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	10.0	4.0	Empaquetaduras
2001615	BROCHA DE 2"	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Consumibles
1007282	PILOTO PU50 PM P/FTC 0,5-1 BARG TORMENE	EA	8.0	2.0	2.0	1.0	2.0	4.0	1.0	4.0	7.0	5.0	5.0	2.0	43.0	15.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1007284	PILOTO PU50 PM P/FTC 2-4,5 BARG TORMENE	EA	2.0	8.0	2.0	7.0	5.0	-	3.0	8.0	1.0	-	2.0	5.0	43.0	15.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1007285	PILOTO PU50 PM P/FTO 0,5-1 BARG TORMENE	EA	6.0	8.0	6.0	5.0	8.0	3.0	-	2.0	6.0	2.0	4.0	3.0	53.0	19.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1007283	PILOTO PU50 PM P/FTO 2-4,5 BARG TORMENE	EA	7.0	4.0	6.0	4.0	8.0	8.0	8.0	4.0	3.0	1.0	7.0	1.0	61.0	21.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008597	RESORTE BAKED CLAY BROWN/PILOTO CU80 MP	EA	5.0	7.0	7.0	8.0	4.0	6.0	6.0	-	2.0	4.0	7.0	3.0	59.0	21.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008598	RESORTE DEEP BLACK/PILOTO CU80 MP DM	EA	7.0	3.0	5.0	6.0	2.0	4.0	7.0	5.0	5.0	4.0	-	8.0	56.0	20.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008594	RESORTE LIGHT BLUE/PILOT CU80 MP	EA	-	6.0	2.0	4.0	8.0	6.0	3.0	-	5.0	8.0	-	8.0	50.0	18.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008592	RESORTE MINT GREEN/PILOTO CU80 MP	EA	8.0	1.0	7.0	4.0	1.0	7.0	3.0	3.0	7.0	-	-	6.0	47.0	16.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008591	RESORTE ORANGE/PILOTO CU80 MP	EA	2.0	5.0	-	6.0	8.0	7.0	7.0	-	5.0	8.0	5.0	7.0	60.0	21.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008595	RESORTE SIGNAL BLUE/PILOTO CU80 MP	EA	3.0	2.0	7.0	-	4.0	3.0	2.0	7.0	4.0	1.0	7.0	7.0	47.0	16.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008596	RESORTE SIGNAL RED/PILOTO CU80 MP	EA	7.0	6.0	4.0	-	3.0	4.0	5.0	4.0	-	1.0	2.0	4.0	40.0	14.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008593	RESORTE SIGNAL YELLOW/PILOTO CU80 MP	EA	2.0	8.0	2.0	7.0	4.0	8.0	2.0	-	1.0	3.0	7.0	7.0	51.0	18.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008010	RODAMIENTO AXIAL 494 CU80 AP	EA	3.0	4.0	7.0	6.0	8.0	2.0	8.0	2.0	3.0	1.0	8.0	8.0	60.0	21.0	Reg Piloto Tormene PU50MP
1008148	KIT REPUESTO BLANDO BLOQUEO 2725 1"NPT	EA	6.0	2.0	6.0	6.0	-	2.0	5.0	2.0	1.0	-	-	2.0	32.0	11.0	Reg TA625
1008142	KIT REPUESTO BLANDO BLOQUEO 2751 2" NPT	KIT	1.0	4.0	6.0	7.0	3.0	8.0	6.0	-	8.0	4.0	6.0	7.0	60.0	21.0	Reg TA625
1008147	KIT REPUESTO BLANDO REG 6251 2725 1" NPT	KIT	5.0	4.0	2.0	7.0	1.0	4.0	-	8.0	-	5.0	5.0	6.0	47.0	16.0	Reg TA625
1008145	KIT REPUESTO BLANDO REG 6252 2751 2" NPT	KIT	5.0	8.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	5.0	-	2.0	1.0	1.0	36.0	13.0	Reg TA625
1009286	OBTURADOR DE GOMA REGULADOR 630	KIT	5.0	-	-	-	5.0	1.0	3.0	6.0	5.0	5.0	4.0	4.0	38.0	13.0	Reg TA630
1008146	KIT REPUESTO BLANDO REG 631-6 2" NPT	EA	2.0	2.0	1.0	-	-	1.0	6.0	4.0	3.0	8.0	2.0	-	29.0	10.0	Reg TA631
1009287	OBTURADOR DE TEFLON REGULADOR 631	EA	3.0	8.0	6.0	6.0	2.0	2.0	8.0	2.0	3.0	6.0	-	4.0	50.0	18.0	Reg TA631
1008317	REGULADOR 631-6DIA 2" 0,5-4BARG 67HR	EA	2.0	4.0	2.0	7.0	1.0	1.0	8.0	7.0	5.0	5.0	5.0	3.0	50.0	18.0	Reg TA631
1008311	FILTRO DE CONTROL D-254 E	EA	5.0	7.0	3.0	1.0	6.0	-	-	4.0	4.0	7.0	1.0	8.0	46.0	16.0	Reg TA956
2010655	Filtro Microclean 254 1µ	EA	6.0	7.0	4.0	1.0	-	-	-	5.0	2.0	6.0	5.0	4.0	40.0	14.0	Reg TA956
2001556	JUNTA ESPIROMETALICA DE 2" S300	EA	-	3.0	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	6.0	2.0	Empaquetaduras
1006639	KIT REPUESTO REGULADOR 1"/25MM S150	KIT	5.0	2.0	4.0	5.0	-	5.0	7.0	7.0	2.0	5.0	3.0	4.0	49.0	17.0	Reg TA956
1014090	PISTOLA SIKA FLEX	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Consumibles
1014385	Pre piloto 962 FSP 230	EA	3.0	3.0	-	2.0	7.0	2.0	7.0	4.0	7.0	7.0	4.0	2.0	48.0	17.0	Reg TA956
2002980	REGULADOR 956 1" REG+MONIT+BLOQ PMAX 49	EA	-	1.0	2.0	6.0	-	5.0	5.0	-	2.0	8.0	-	3.0	32.0	11.0	Reg TA956
1009177	SOPORTE DE LEVA DE BLOQUEO IMAN TA956	EA	1.0	8.0	8.0	-	1.0	1.0	-	8.0	-	7.0	8.0	1.0	43.0	15.0	Reg TA956
2002528	ESPONJA FIBRA VERDE SCOTHBRITE 3M	EA	-	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	40.0	14.0	Consumibles
1008610	RESORTE BAKED-CLAY BROWN/BLOQUEO CX640	EA	3.0	6.0	5.0	7.0	7.0	5.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	7.0	58.0	20.0	Reg TA958
1008607	RESORTE SIGNAL BLUE/BLOQUEO 958 CX615	EA	-	3.0	8.0	1.0	-	8.0	2.0	7.0	4.0	2.0	5.0	3.0	43.0	15.0	Reg TA958
1008608	RESORTE SIGNAL RED/BLOQUEO 958 CX615	EA	3.0	8.0	3.0	5.0	7.0	4.0	2.0	3.0	6.0	3.0	1.0	8.0	53.0	19.0	Reg TA958
1008609	RESORTE SIGNAL RED/BLOQUEO 958 CX640	EA	2.0	8.0	4.0	2.0	6.0	2.0	5.0	5.0	8.0	6.0	-	8.0	56.0	20.0	Reg TA958
1008605	SENSOR DE BLOQUEO 958 MODELO CX 615	EA	1.0	8.0	5.0	3.0	-	1.0	6.0	8.0	3.0	6.0	2.0	-	43.0	15.0	Reg TA958
2002523	LIJA PARA FIERRO GRANO 220 9"X 11"	EA	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	30.0	11.0	Herramientas control de corrosión
2010242	UNION CODO 90° 1/4" NPT	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	2.0	-	8.0	3.0	Conectores y accesorios
2002525	LIJA PARA FIERRO GRANO 100 9"X 11"	EA	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	-	32.0	11.0	Herramientas control de corrosión
1014040	CONDENSADOR P/MOTOR 10UF 400V	EA	-	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	1.0	-	5.0	2.0	Calentadores
1014239	UNION TEE 1/4" NPT 3000 LBS	EA	-	2.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Conectores y accesorios
1014240	ABRAZADERA U BOLT 1/4 X 1"	EA	-	-	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	40.0	14.0	Accesorios de acero
2009011	AUTOADHESIVO P/INSTRUMENTOS NO USAR	EA	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	-	150.0	53.0	Consumibles
2009010	AUTOADHESIVO P/INSTRUMENTOS SIN CALIBRAR	EA	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	30.0	-	-	150.0	53.0	Consumibles
2007194	LIJA PARA FIERRO GRANO 60 9"X 11"	EA	-	5.0	-	-	5.0	-	-	5.0	-	-	5.0	-	20.0	7.0	Herramientas control de corrosión
2002524	LIJA PARA FIERRO GRANO 180 9"X 11"	PZA	-	5.0	-	-	5.0	-	-	5.0	-	-	5.0	-	20.0	7.0	Herramientas control de corrosión
1008611	RESORTE 1 BARG ALIVIO FARINOLA 604D1111	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Válvula de alivio

1008614	RESORTE 10 BARG ALIVIO FARINOLA 604D111	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Válvula de alivio
1008615	RESORTE 19 BARG ALIVIO FARINOLA 604D111	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Válvula de alivio
1008612	RESORTE 2 BARG ALIVIO FARINOLA 604D1111	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Válvula de alivio
1008613	RESORTE 4 BARG ALIVIO FARINOLA 604D1111	EA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Válvula de alivio
1014570	VALV ALIV S150 1"x1½" NPT HEMBR 4.8 BARG	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009331	VALVULA ALIV AC C S600 1/2"x1"NPT1.85BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009335	VALVULA ALIV AC C S600 1/2"x1"NPT2.40BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009329	VALVULA ALIV AC D S150 3/4"x1"NPT1.85BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009693	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT 5.0BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009332	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT1.85BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009337	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT19.0BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009336	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT3.70BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009334	VALVULA ALIV AC E S150 1"x1½"NPT2.40BARG	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1007526	MEDIDOR GAS MOD SM-RI-X G400 4" ANSI#150	EA	1.0	1.0	6.0	-	7.0	8.0	4.0	4.0	5.0	4.0	-	-	4.0	44.0	15.0	Instrumentación
1008616	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT30.0BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009163	MANOMETRO 0-16 BAR DIAL2" ROSCA 1/4"NPT	EA	1.0	2.0	2.0	-	1.0	1.0	3.0	-	2.0	3.0	1.0	1.0	17.0	6.0	Instrumentación	
1009333	VALVULA ALIV AC D S150 3/4"x1"NPT2.40BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1009338	VALVULA ALIV AC D S600 3/4"x1"NPT11.0BAR	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Válvula de alivio
1014224	NIPLE ACERO SCH 40 DE 1/4 x 3"	EA	-	8.0	1.0	3.0	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	3.0	6.0	2.0	55.0	19.0	Accesorios de acero	
2001614	BROCHA DE 1"	EA	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	2.0	-	-	10.0	4.0	Consumibles	
2001599	CONECTOR RECTO SS MACHO 1/4"NPTX6MMOD	EA	3.0	5.0	3.0	-	8.0	5.0	3.0	8.0	1.0	1.0	5.0	3.0	45.0	16.0	Conectores y accesorios SS	
2002514	TERMINALES DE PUNTA P/CABLE 16AWG	EA	1.0	2.0	5.0	2.0	3.0	3.0	-	8.0	-	3.0	8.0	4.0	39.0	14.0	Eléctricos	
2003174	FILTRO FM 210 X 210 MM PARA GABINETE RTU	EA	8.0	8.0	-	1.0	6.0	7.0	4.0	-	-	1.0	6.0	-	41.0	14.0	Instrumentación	
2009501	ESPEJOS INSPECCION TELESCOPICOS X KIT	EA	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Herramientas control de corrosión	
2009506	MEDIDOR PRUEBAS ADHERENCIA POR ARRANQUE	BOT	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Herramientas control de corrosión	
2011190	CALENTADOR PIROTUBULAR	EA	4.0	2.0	1.0	2.0	8.0	1.0	-	2.0	1.0	7.0	6.0	4.0	38.0	13.0	Calentadores	
2002644	COJINETE ZINCADO 1/2"NPT X1/4"NPT S 3000	L	-	-	-	2.0	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	6.0	2.0	Conectores y accesorios	
2011896	TRANSMISOR INDICADOR AT MSA ULTIMA XIR	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación	
2011913	VALV ALIVIO FISHER H120 250 PSIG 1/4 NPT	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio	
2011914	VALV ALIVIO FISHER H120 150 PSIG 1/4 NPT	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio	
2001616	CINTA AISLANTE 3/4" X 20M	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	3.0	1.0	Consumibles	
2001709	ADAPTADOR 4MJ 4MP DE 1/4"	EA	-	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Conectores y accesorios	
2012220	INTERRUPTOR TERMOMAG 3X50A 6KA230/440VCA	EA	7.0	7.0	2.0	8.0	8.0	6.0	1.0	1.0	1.0	2.0	8.0	3.0	54.0	19.0	Eléctricos	
1012160	TAPON HEMBRA 1/4 NPT	EA	3.0	6.0	1.0	6.0	7.0	-	8.0	1.0	2.0	5.0	6.0	1.0	46.0	16.0	Conectores y accesorios	
2002513	TERMINALES DE PUNTA P/CABLE 14AWG	EA	2.0	7.0	6.0	1.0	8.0	1.0	5.0	5.0	-	1.0	7.0	5.0	48.0	17.0	Eléctricos	
2003722	TRANSMISOR DE PRESION ABSOLUTA 0-60BARG	M	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Instrumentación	
2004123	CONECTOR CODO CONDUIT FLEXIBLE 1/2"x1/2"	EA	6.0	8.0	1.0	7.0	7.0	2.0	8.0	1.0	7.0	6.0	3.0	5.0	61.0	21.0	Conectores y accesorios	
2004600	DISCO DE DESBASTE P/ACERO 4 1/2x1/4x7/8"	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Herramientas control de corrosión	
2004602	DISCO DE CORTE P/ACERO 4 1/2"x1/8"x7/8"	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Herramientas control de corrosión	
2006524	DISCO DE ACERO DE 3" DE CORTE POR AGUA	EA	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	24.0	8.0	Herramientas control de corrosión	
2011713	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 32A A 400V	EA	4.0	-	1.0	5.0	-	7.0	6.0	7.0	6.0	8.0	4.0	-	48.0	17.0	Eléctricos	
2011929	PRESOSTATO GAS DUNGS GW-150 A5 150MBAR	EA	8.0	5.0	3.0	3.0	6.0	7.0	1.0	5.0	-	2.0	1.0	8.0	49.0	17.0	Instrumentación	
2011936	ELECTROBOMBA LOWARA FHE 40-125/156/D 2HP	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	3.0	1.0	Calentadores	
2011941	VALV ALIVIO KUNKLE 20-D01 45PSIG 3/4NPT	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio	
2012090	VALV ALIV 526 F 1 1/2"RTJ 1500X3"RTJ 300	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio	
2012091	VALV SEGURIDAD LESER 820 6"Q8" RF600X150	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio	
2012250	PALANCA LIBERACION J252 TA-958 SSV U520	EA	1.0	2.0	-	2.0	1.0	1.0	-	2.0	-	1.0	2.0	-	12.0	4.0	Reg TA958	
2012251	BALANCE BLOQUEO J253 TA-958 SSV U520	EA	1.0	2.0	-	2.0	2.0	-	-	-	2.0	1.0	2.0	1.0	13.0	5.0	Reg TA958	
2012252	RESORTE S281 TA-958 BLOQUEO SSV U520	EA	1.0	1.0	2.0	2.0	-	-	-	-	2.0	2.0	2.0	1.0	13.0	5.0	Reg TA958	
2012253	RESORTE S282 TA-958 BLOQUEO SSV U520	EA	-	1.0	-	2.0	-	2.0	1.0	2.0	-	1.0	-	2.0	11.0	4.0	Reg TA958	
2012254	DIAFRAGMA D290 TA-958 SSV CX640	EA	1.0	2.0	1.0	2.0	-	-	-	2.0	-	-	-	1.0	9.0	3.0	Reg TA958	

2012290	CABLE INSTRUMENTACION 1 x 3 x 16 AWG	EA	5.0	-	1.0	-	7.0	4.0	2.0	7.0	3.0	3.0	4.0	-	36.0	13.0	Instrumentación
2012291	CABLE INSTRUMENTACION 1x3x18 AWG	EA	2.0	5.0	2.0	6.0	8.0	1.0	5.0	7.0	8.0	7.0	5.0	2.0	58.0	20.0	Instrumentación
2012320	MASILLA EPOXICA FLEXIBLE	EA	5.0	7.0	2.0	6.0	6.0	8.0	5.0	2.0	4.0	6.0	4.0	-	55.0	19.0	Consumibles
2012340	KIT VALVULA LAMINADORA VRC05A	EA	-	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	5.0	2.0	Reg TA958
2012341	KIT BLOQUEO DUROS TA-958 SSV CX615	EA	-	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	1.0	6.0	2.0	Reg TA958
1014361	SENSOR DE TEMPERATURA LONG 350mm	PZA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
2012400	VALVULA SEGURIDAD 1" x 1 1/4"	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio
2012403	CONTACTOR ELECTRICO 3P 32A-400V-24VDC	EA	3.0	2.0	1.0	-	2.0	1.0	1.0	-	1.0	2.0	1.0	1.0	15.0	5.0	Calentadores
2012404	BLOQUE CONTACTOS AUX 2NC+2NA	EA	3.0	-	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	3.0	-	2.0	2.0	3.0	20.0	7.0	Calentadores
2012414	VALVULA DE ALIVIO 1 1/2" X 2"	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Válvula de alivio
1014360	SENSOR DE TEMPERATURA LONG 105mm	EA	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Instrumentación
1014318	CABLE FLEXIBLE CU/ESTAÑO C/SILICONA	BAL	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	Calentadores
1014316	CORDON FLEXIBLE GPT 14AWG 19 HILOS	EA	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1014317	CORDON FLEXIBLE GPT 16AWG 19 HILOS	EA	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
1014323	FIBRA CERAMICA	EA	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Calentadores
2012443	ACEITE ISOFLEX PDP 38	EA	7.0	-	4.0	1.0	3.0	3.0	7.0	3.0	1.0	5.0	-	1.0	35.0	12.0	Consumibles
2012469	TRANSMISOR DE PRESION ABSOLUTA 0-276BAR	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Instrumentación
2012523	AMOLADORA GWS 7 - 115 PROFESIONAL	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012524	CEPILLO DE DISCO	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012525	CEPILLO DE VASO	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012526	DISCOS DE CORTE	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012527	DISCOS DE DESBASTE	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012528	KIT INSPECCIÓN DE RECUBRIMIENTO-TOP	EA	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012529	ESPEJO DE INSPECCIÓN	EA	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	Herramientas control de corrosión
2012531	KIT REPUESTOS BLANDOS VALV REG 117	EA	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	5.0	2.0	Calentadores
2012532	VALVULA SOLENOIDE MAXSEAL 24 VDC	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	6.0	2.0	Calentadores
2012533	ELECTRODO DE IONIZACION POWER FLAME	EA	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.0	Calentadores
2012534	SWITCH DE AIRE HOVAL C60VR4	EA	-	2.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	Calentadores
1013587	PRESOSTATO DE AIRE HONEYWELL *	EA	2.0	-	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	-	16.0	6.0	Calentadores
1013776	CONTROLADOR DE LLAMA HONEYWELL MMI 813	EA	3.0	3.0	1.0	-	1.0	-	3.0	2.0	-	-	1.0	-	14.0	5.0	Calentadores
1013778	PRESOSTATO DE AIRE RSS-495-283 *	EA	-	-	2.0	-	2.0	1.0	2.0	-	2.0	1.0	1.0	1.0	12.0	4.0	Calentadores
1014220	COPLA PARA ROSCAR DE 1/2" 3000 LBS.	EA	7.0	4.0	8.0	7.0	7.0	7.0	-	2.0	3.0	7.0	6.0	8.0	66.0	23.0	Accesorios de acero
1014225	NIPLE DE ACERO SCH 80 DE 1/4 X 2	EA	1.0	1.0	7.0	2.0	1.0	7.0	7.0	3.0	3.0	1.0	4.0	6.0	43.0	15.0	Accesorios de acero
1014226	NIPLE DE ACERO SCH 40 DE 3/4 X 3	EA	8.0	8.0	6.0	-	1.0	1.0	8.0	7.0	1.0	5.0	3.0	7.0	55.0	19.0	Accesorios de acero
1014220	COPLA PARA ROSCAR DE 1/2" 3000 LBS.	EA	-	7.0	2.0	3.0	6.0	5.0	1.0	6.0	7.0	5.0	-	1.0	43.0	15.0	Accesorios de acero
1014244	UNIÓN 3/4 X 150 LBS.	EA	8.0	2.0	5.0	-	5.0	4.0	-	8.0	3.0	4.0	1.0	3.0	43.0	15.0	Accesorios de acero
2003087	UBOLT 1/4 X 3/4 NC	EA	5.0	7.0	6.0	2.0	4.0	5.0	7.0	4.0	5.0	7.0	7.0	5.0	64.0	22.0	Accesorios de acero
1011478	UBOLT 3/8 X 3/4 NC 1 1/2"	EA	3.0	6.0	2.0	8.0	2.0	7.0	4.0	-	-	4.0	1.0	5.0	42.0	15.0	Accesorios de acero
1014244	UNIÓN 3/4 X 150 LBS.	EA	6.0	-	4.0	6.0	-	1.0	2.0	6.0	6.0	3.0	7.0	4.0	45.0	16.0	Accesorios de acero
1014212	BOMBA DE RECIRCULACIÓN UPS 25-42	EA	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	3.0	1.0	Calentadores
2004936	FIBRA CERÁMICA 3	EA	1.0	1.0	8.0	5.0	5.0	3.0	6.0	-	3.0	8.0	2.0	2.0	44.0	15.0	Calentadores
2003588	CABLE # 14	M	3.0	4.0	4.0	6.0	-	-	-	1.0	2.0	-	8.0	5.0	33.0	12.0	Eléctricos
2006670	CABLE # 16	M	-	3.0	4.0	7.0	7.0	2.0	8.0	-	-	5.0	2.0	-	38.0	13.0	Eléctricos
2011634	ELECTROVALVULA NEUMATICA 3/2 NC	EA	-	2.0	3.0	2.0	-	3.0	-	-	1.0	-	1.0	1.0	13.0	5.0	Calentadores
2006174	ELEMENTO FILTRANTE 5UM 207/84/44MM	EA	7.0	2.0	4.0	-	6.0	3.0	4.0	5.0	8.0	3.0	2.0	6.0	50.0	18.0	Calentadores
2006172	ELEMENTO FILTRANTE 5UM 167/70/33MM	EA	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	4.0	1.0	Calentadores

ANEXO 13

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO (P-MAN-001)

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao



Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

Versión: 01

Código: P-MAN-001

1	OBJETIVO
1.1	Realizar las tareas correspondientes al mantenimiento anual de los Sistemas de Calentamiento que forman parte del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de éstos.
2	ALCANCE
2.1	El procedimiento aplica a los Sistemas de Calentamiento de todo City Gate, ERP y ERM de la Concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES
4.1	Sistema de Calentamiento: Conjunto de equipos estacionarios que trabajando en conjunto permiten calentar el gas natural por transferencia de calor, mediante un agente (el agua destilada), con la finalidad de mitigar las consecuencias producto del Efecto Joule-Thomson durante el proceso de regulación de presión (caída de temperatura provocada por la caída de presión).
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Guía de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)
5.2	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-002)
5.3	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-003)
5.4	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)
5.5	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001)
5.6	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento (I-MAN-001)
5.7	Manual de Operación y mantenimiento de equipos de los fabricantes.
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	<p>Frecuencia</p> <p>Los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural cuentan con la siguiente frecuencia de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Bimestral • Mantenimiento Semestral • Mantenimiento Anual <p>NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001), primando éste último.</p>
6.2	<p>Equipo de trabajo</p> <p>El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda que esté debidamente homologado por el área HSEQ. Además, se debe contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias para la ejecución de las actividades.</p>

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

6.3	Es responsabilidad del Supervisor de Mantenimiento de Estaciones <ul style="list-style-type: none"> • Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. • Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades. 	
6.4	Es responsabilidad del Técnico ejecutor <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. 	
6.5	Consideraciones <ul style="list-style-type: none"> • Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. • Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes. 	
6.6	Actividades No Rutinarias El Supervisor de Estaciones podrá proponer y coordinar con el área de Planeamiento, inspecciones a los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución ante condiciones anormales de operación. Estas son reportadas mediante: avisos del Centro de Control, observaciones detectadas en los mantenimientos de los City Gate, ERP's y ERM's, y reportes de acciones de mejoras, las mismas que podrán incluir uno o más actividades del Mantenimiento Rutinario, y cuyo objeto es identificar oportunidades de mejora para tales sistemas. Las inspecciones podrán involucrar la consignación del Sistema de Calentamiento para verificar la integridad del mismo, pudiendo involucrar revisiones a uno o más de los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Calentador de agua • Intercambiador de calor • Sistema de recirculación de agua • Tanque de expansión • Sistema de tuberías de interconexión • Auxiliares, sistema de alimentación e instrumentación asociada. • Sistemas de seguridad por sobrepresión 	
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al inicio de los trabajos de mantenimiento – En campo	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Considera las siguientes precauciones para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural: <ul style="list-style-type: none"> • Aleja del área toda fuente posible de ignición, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo. • Asegura la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar. • Puede utilizar linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad. • Antes de ingresar se dará aviso al operador de Centro de Control y se le solicitará la debida autorización de acceso a infraestructura.

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • los valores de las variables monitoreadas a través del sistema, para luego verificarlas con los datos obtenidos de campo. • Para el ingreso de vehículos en cámaras aéreas con cerco perimetral verificar que el mismo disponga de arrestallamas. • Realiza el bloqueo y etiquetado de elementos en la zona de trabajo si el mantenimiento así lo requiere. • Antes de iniciar cualquier actividad deberán elaborar un ATS (Análisis de Trabajo Seguro) y un Permiso de Trabajo de acuerdo a los trabajos a realizar.
7.2	Mantenimiento Anual	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades al Sistema en General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorea permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con un Indicador de Gas Combustible (IGC). • Verifica y/o controlar fugas de gas en toda la instalación. La detección, clasificación, control, reparación y seguimiento se realizarán tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verifica la integridad de la instalación eléctrica, tableros, canalización, tuberías, conduit, accesorios y selladores (recubrimiento, corrosión y otros) • Verifica el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y otros). • Verifica el libre giro de las válvulas de bloqueo manuales • Verifica la conexión puesta a tierra de la instalación. • Contrasta los valores en campo con los del centro de control.
7.2.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Calentador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos de fuego del calentador. • Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del calentador. • Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del calentador. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo del calentador. • Inspección, limpieza externa y restauración de tubos de fuego del calentador. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad a la placa portatubos del calentador. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al hogar del calentador. • Verificar que el refractario se encuentre sin grietas ni presente desgaste.

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

7.2.3	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Intercambiador de Calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos del intercambiador de calor. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del intercambiador de calor. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del intercambiador de calor con el cabezal soldado. • Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del intercambiador de calor. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo del intercambiador de calor.
7.2.4	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Gas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de gas. • Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos. • Pruebas de operación de la válvula de bloqueo automático en modos local y remoto. Limpieza, lubricación y ajuste de componentes. • Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes y ensayo de partículas magnéticas a uniones soldadas del tren de alimentación de gas. • Inspección de las caras de bridas del tren de alimentación de gas. • Inspección de estado de las empaquetaduras del tren de alimentación de gas. • Inspección visual y prueba de ultrasonido a las tuberías del tren de alimentación de gas. • Verificación de envío y recepción de pulsos del medidor de flujo de gas. Inspección de estado de cables y sus conexiones eléctricas. • Inspección visual de infraestructura y control de corrosión del sistema de medición mediante recubrimiento industrial. • Realizar mantenimiento integral del pre-calentador eléctrico. Limpieza y ajuste de conexiones y elementos.
7.2.5	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de aire. • Inspección de estado del rodete del ventilador. Balanceo dinámico y alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador. • Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor que acciona el ventilador. • Alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador. • Análisis vibracional del conjunto motor-ventilador.

Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

7.2.6	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Recirculación de Agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de agua. • Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de agua. • Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del tanque hidroneumático. • Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del sistema de recirculación de agua. • Alineamiento mecánico del conjunto motor-bomba.
7.2.7	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Instrumentación y Control:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura (gas, aire y agua). • Calibración e inspección operativa de los transmisores de presión (gas, aire y agua). • Inspección de estado y verificación de termómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros). • Inspección de estado y verificación de manómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros). <p>Para el desarrollo de las actividades del presente apartado, sigue las disposiciones expuestas en el Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)</p>
7.2.8	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral y semestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema Eléctrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la compactación del suelo del pozo de puesta a tierra. • Inspección, limpieza y lijado de cable desnudo de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y los equipos. • Inspección, limpieza y lijado del electrodo de cobre del pozo de puesta a tierra.
7.2.9	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Registra toda la información de las actividades realizadas en los Formatos de Mantenimiento correspondientes, indicados en el punto 8.</p>
8	REGISTROS	
8.1	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución (F-MAN-002)	
8.2	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT (F-MAN-003)	
8.3	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT (F-MAN-004)	
8.4	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS (F-MAN-005)	
8.5	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT (F-MAN-006)	
8.6	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT (F-MAN-007)	
8.7	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT (F-MAN-008)	
8.8	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI (F-MAN-009)	
8.9	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI (F-MAN-010)	
8.10	Formato de Mantenimiento de Válvulas de Alivio (F-MAN-011)	

ANEXO 14

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO (P-MAN-002)

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao



Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

Versión: 01

Código: P-MAN-002

1	OBJETIVO
1.1	Realizar las tareas correspondientes al mantenimiento semestral de los Sistemas de Calentamiento que forman parte del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de éstos.
2	ALCANCE
2.1	El procedimiento aplica a los Sistemas de Calentamiento de todo City Gate, ERP y ERM de la Concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES
4.1	Sistema de Calentamiento: Conjunto de equipos estacionarios que trabajando en conjunto permiten calentar el gas natural por transferencia de calor, mediante un agente (el agua destilada), con la finalidad de mitigar las consecuencias producto del Efecto Joule-Thomson durante el proceso de regulación de presión (caída de temperatura provocada por la caída de presión).
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Guía de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)
5.2	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-001)
5.3	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-003)
5.4	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)
5.5	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001)
5.6	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento (I-MAN-001)
5.7	Manual de Operación y mantenimiento de equipos de los fabricantes.
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	<p>Frecuencia</p> <p>Los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural cuentan con la siguiente frecuencia de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Bimestral • Mantenimiento Semestral • Mantenimiento Anual <p>NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001), primando éste último.</p>
6.2	<p>Equipo de trabajo</p> <p>El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda que esté debidamente homologado por el área HSEQ. Además, se debe contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias para la ejecución de las actividades.</p>

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

6.3	Es responsabilidad del Supervisor de Mantenimiento de Estaciones	
	<ul style="list-style-type: none"> • Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. • Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades. 	
6.4	Es responsabilidad del Técnico ejecutor	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. 	
6.5	Consideraciones	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. • Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes. 	
6.6	Actividades No Rutinarias	
	<p>El Supervisor de Estaciones podrá proponer y coordinar con el área de Planeamiento, inspecciones a los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución ante condiciones anormales de operación. Estas son reportadas mediante: avisos del Centro de Control, observaciones detectadas en los mantenimientos de los City Gate, ERP's y ERM's, y reportes de acciones de mejoras, las mismas que podrán incluir uno o más actividades del Mantenimiento Rutinario, y cuyo objeto es identificar oportunidades de mejora para tales sistemas. Las inspecciones podrán involucrar la consignación del Sistema de Calentamiento para verificar la integridad del mismo, pudiendo involucrar revisiones a uno o más de los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentador de agua • Intercambiador de calor • Sistema de recirculación de agua • Tanque de expansión • Sistema de tuberías de interconexión • Auxiliares, sistema de alimentación e instrumentación asociada. • Sistemas de seguridad por sobrepresión 	
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al inicio de los trabajos de mantenimiento – En campo	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Considera las siguientes precauciones para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aleja del área toda fuente posible de ignición, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo. • Asegura la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar. • Puede utilizar linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad. • Antes de ingresar se dará aviso al operador de Centro de Control y se le solicitará la debida autorización de acceso a infraestructura.

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • los valores de las variables monitoreadas a través del sistema, para luego verificarlas con los datos obtenidos de campo. • Para el ingreso de vehículos en cámaras aéreas con cerco perimetral verificar que el mismo disponga de arrestallamas. • Realiza el bloqueo y etiquetado de elementos en la zona de trabajo si el mantenimiento así lo requiere. • Antes de iniciar cualquier actividad deberán elaborar un ATS (Análisis de Trabajo Seguro) y un Permiso de Trabajo de acuerdo a los trabajos a realizar.
7.2	Mantenimiento Semestral	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades al Sistema en General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorea permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con un Indicador de Gas Combustible (IGC). • Verifica y/o controlar fugas de gas en toda la instalación. La detección, clasificación, control, reparación y seguimiento se realizarán tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verifica la integridad de la instalación eléctrica, tableros, canalización, tuberías, conduit, accesorios y selladores (recubrimiento, corrosión y otros) • Verifica el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y otros). • Verifica el estado de los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y baño de agua del sistema de calentamiento (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros). Los reemplaza si se encontrasen en mal estado. • Verifica el libre giro de las válvulas de bloqueo manuales • Verifica la conexión puesta a tierra de la instalación. • Contrasta los valores en campo con los del centro de control. • Medición de la humedad relativa (%HR) presente en la instalación durante las labores de inspección (mayor valor obtenido). • Medición del grado de contaminación atmosférica por SO₂ y Cloruros. • Limpieza e hidrolavado de infraestructura aérea e inspección de contaminantes visibles sobre la superficie. • Medición de la temperatura de punto de rocío en la atmósfera que rodea la infraestructura aérea. • Inspección visual de la infraestructura y determinación del tipo y grado de corrosión presente en las superficies. • Inspección visual de la infraestructura y determinación del grado de defectos y discontinuidades en el sistema de pintura. • Medición y evaluación del espesor de película seca de pintura aplicada sobre la superficie. • Medición de la capacidad de adherencia del sistema de pintura al sustrato y/o a otra capa de pintura (sistema multicapa).
7.2.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Gas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de gas 0 al 100% con un generador de corriente. • Verificación de hermeticidad al cierre de las válvulas reguladoras y ajuste de valores de calibración. • Establecer comunicación con el computador de flujo mediante interface y software para captura de datos instantáneos y posterior cálculo del factor de compresibilidad. • Verificación y control de giro del contador mecánico del medidor de flujo de gas. • Inspección y limpieza de gasket filter en medidor de flujo de gas.
7.2.3	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente. • Limpieza de toma de aire primario en ventilador . • Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del ventilador. • Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor del ventilador. • Inspección y limpieza de vasos y elemento filtrante de los filtros-reguladores en el tren de alimentación de aire. Ajuste de regulación.
7.2.4	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Quemador, Sistema de Encendido y Control de Flama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del correcto funcionamiento del servomecanismo. Sustitución de elementos desgastados de ser necesario. • Inspección operativa del servomotor. Pruebas de aislamiento, medición de temperatura y consumo de corriente. • Comprobación de alineamiento del eje y el servomecanismo. • Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado del transformador de encendido. Limpieza y ajuste de componentes. • Verificación del correcto funcionamiento del amplificador de aislamiento. Limpieza y ajuste de componentes. • Mediciones eléctricas y pruebas de correcta funcionalidad del servomotor. • Lubricación de los discos de aire primario y secundario del quemador. • Verificación del correcto funcionamiento del interruptor de presión de aire para el quemador. • Verificación del correcto funcionamiento del programador de encendido y verificación del estado del conector eléctrico. • Inspección de estado y limpieza de tobera de inyección de mezcla combustible. • Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de gas para apertura de piloto y quemador. • Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de aire para apertura de piloto y quemador. • Mantenimiento integral del quemador, piloto y sus componentes (ajuste, cambio de empaques, etc).
7.2.5	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Recirculación de Agua:</p>

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático. • Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de recirculación de agua. • Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor de la bomba de recirculación.
7.2.6	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Instrumentación y Control:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias. • Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel. • Calibración e inspección operativa del transmisor de temperatura ubicado en el spool de medición. • Calibración e inspección operativa del transmisor de presión de gas ubicado en el spool de medición. • Calibración e inspección operativa de los detectores de mezcla explosiva. • Calibración e inspección operativa de los detectores de humo. • Calibración e inspección operativa de los detectores de flama. <p>Para el desarrollo de las actividades del presente apartado, sigue las disposiciones expuestas en el Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)</p>
7.2.7	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema Eléctrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adición de químicos necesarios al terreno del pozo de puesta a tierra para mantener el nivel adecuado de sales. • Inspección, limpieza y lijado de conectores, elementos de anclaje y sujeción del pozo de puesta a tierra.
7.2.8	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Desarrolla las tareas descritas en los procedimientos correspondientes al mantenimiento bimestral. Asimismo, adicionalmente lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Control Local, Comunicaciones y SCADA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de los equipos del sistema de suministro eléctrico ininterrumpido para el CCC y el MCC. • Inspección y limpieza de consolas, impresoras, switches, periféricos, CPU, monitores y la unidad para arreglos de datos históricos. • Ajuste de canales de los módulos del PLC y de todas las borneras que vienen de los canales del PLC. • Ajuste de partes en: Sistema de suministro eléctrico, sistema de control PLC, sistemas de comunicaciones, estructura y cableado estructurado interno. • Análisis de potencias de transmisión y recepción entre nodos de la red de multiplexores para la detección de fallas en los enlaces de fibra óptica.
7.2.9	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Registra toda la información de las actividades realizadas en los Formatos de Mantenimiento correspondientes, indicados en el punto 8.</p>
8	REGISTROS	
8.1	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución (F-MAN-002)	
8.2	Formato de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución (F-MAN-003)	
8.3	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT (F-MAN-003)	

Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

8.4	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT (F-MAN-004)
8.5	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS (F-MAN-005)
8.6	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT (F-MAN-006)
8.7	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT (F-MAN-007)
8.8	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT (F-MAN-008)
8.9	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI (F-MAN-009)
8.10	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI (F-MAN-010)
9	ANEXO
9.1	N/A

ANEXO 15

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO BIMESTRAL DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO (P-MAN-003)

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
Versión: 01	Código: P-MAN-003

1	OBJETIVO
1.1	Realizar las tareas correspondientes al mantenimiento bimestral de los Sistemas de Calentamiento que forman parte del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de éstos.
2	ALCANCE
2.1	El procedimiento aplica a los Sistemas de Calentamiento de todo City Gate, ERP y ERM de la Concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES
4.1	Sistema de Calentamiento: Conjunto de equipos estacionarios que trabajando en conjunto permiten calentar el gas natural por transferencia de calor, mediante un agente (el agua destilada), con la finalidad de mitigar las consecuencias producto del Efecto Joule-Thomson durante el proceso de regulación de presión (caída de temperatura provocada por la caída de presión).
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Guía de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)
5.2	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-001)
5.3	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-002)
5.4	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)
5.5	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001)
5.6	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento (I-MAN-001)
5.7	Manual de Operación y mantenimiento de equipos de los fabricantes.
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	<p>Frecuencia</p> <p>Los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural cuentan con la siguiente frecuencia de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Bimestral • Mantenimiento Semestral • Mantenimiento Anual <p>NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001), primando éste último.</p>
6.2	<p>Equipo de trabajo</p> <p>El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda que esté debidamente homologado por el área HSEQ. Además, se debe contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias para la ejecución de las actividades.</p>

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

6.3	Es responsabilidad del Supervisor de Mantenimiento de Estaciones	
	<ul style="list-style-type: none"> • Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. • Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades. 	
6.4	Es responsabilidad del Técnico ejecutor	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. 	
6.5	Consideraciones	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. • Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes. 	
6.6	Actividades No Rutinarias	
	<p>El Supervisor de Estaciones podrá proponer y coordinar con el área de Planeamiento, inspecciones a los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución ante condiciones anormales de operación. Estas son reportadas mediante: avisos del Centro de Control, observaciones detectadas en los mantenimientos de los City Gate, ERP's y ERM's, y reportes de acciones de mejoras, las mismas que podrán incluir uno o más actividades del Mantenimiento Rutinario, y cuyo objeto es identificar oportunidades de mejora para tales sistemas. Las inspecciones podrán involucrar la consignación del Sistema de Calentamiento para verificar la integridad del mismo, pudiendo involucrar revisiones a uno o más de los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentador de agua • Intercambiador de calor • Sistema de recirculación de agua • Tanque de expansión • Sistema de tuberías de interconexión • Auxiliares, sistema de alimentación e instrumentación asociada. • Sistemas de seguridad por sobrepresión 	
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al inicio de los trabajos de mantenimiento – En campo	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Considera las siguientes precauciones para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aleja del área toda fuente posible de ignición, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo. • Asegura la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar. • Puede utilizar linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad. • Antes de ingresar se dará aviso al operador de Centro de Control y se le solicitará la debida autorización de acceso a infraestructura.

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • los valores de las variables monitoreadas a través del sistema, para luego verificarlas con los datos obtenidos de campo. • Para el ingreso de vehículos en cámaras aéreas con cerco perimetral verificar que el mismo disponga de arrestallamas. • Realiza el bloqueo y etiquetado de elementos en la zona de trabajo si el mantenimiento así lo requiere. • Antes de iniciar cualquier actividad deberán elaborar un ATS (Análisis de Trabajo Seguro) y un Permiso de Trabajo de acuerdo a los trabajos a realizar.
7.2	Mantenimiento Bimestral	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades al Sistema en General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorea permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con un Indicador de Gas Combustible (IGC). • Verifica y/o controlar fugas de gas en toda la instalación. La detección, clasificación, control, reparación y seguimiento se realizarán tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verifica la integridad de la instalación eléctrica, tableros, canalización, tuberías, conduit, accesorios y selladores (recubrimiento, corrosión y otros) • Verifica el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y otros). • Verifica el estado de los indicadores de presión y temperatura en las líneas de gas y baño de agua del sistema de calentamiento (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros). Los reemplaza si se encontrasen en mal estado. • Verifica el libre giro de las válvulas de bloqueo manuales • Verifica la conexión puesta a tierra de la instalación. • Contrasta los valores en campo con los del centro de control. • Detección sistemática de fugas de agua en el Sistema de Calentamiento en general.
7.2.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Lleva a cabo las siguientes actividades en el Calentador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del nivel de agua en el sistema, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en proporción 100:1. • Inspección de estado general del aislamiento térmico del calentador. • Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel sólidos totales disueltos. • Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del grado de Ph. • Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de nitratos. • Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de dureza. • Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua. • Inspección de estado de chimenea y detección de agentes extraños que interrumpan la salida de los gases de combustión. • Inspeccionar el estado de las tapas calentador: delantera, posterior y superior, según sea el caso. Ajuste, cambio de empaques, etc.

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

7.2.3	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Lleva a cabo las siguientes actividades en el Intercambiador de Calor: <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y búsqueda de fugas a través de la junta del circuito de agua en el intercambiador.
7.2.3	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Gas: <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de filtro de gas de alimentación y/o piloto. • Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloqueo manuales del Sistema de Alimentación de Gas. • Verificación del correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras y registro de valores de calibración. • Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de gas. • Monitoreo de fugas en componentes del tren de alimentación de gas. • Monitoreo de fugas en las bridas del tren de alimentación de gas. • Monitoreo de fugas en las uniones roscadas del tren de alimentación de gas. • Inspección de materiales sellantes presentes en uniones roscadas del tren de alimentación de gas. • Monitoreo de fugas en el sistema de medición del tren de alimentación de gas. • Verificar el nivel de aceite y lubricar el sistema de medición de gas. • Verificación del correcto funcionamiento de la barrera intrínseca del sistema de medición. • Inspección y limpieza de borneras para cables de salida de pulsos del medidor de flujo de gas. • Realizar pruebas funcionales de encendido y apagado en el precalentador eléctrico. Verificación de parámetros y comparación con valores de placa.
7.2.4	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Alimentación de Aire: <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de filtro de aire primario. • Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de aire. • Inspección del sistema de transmisión mecánica del ventilador de aire primario. Análisis vibracional.
7.2.5	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Lleva a cabo las siguientes actividades en el Quemador, Sistema de Encendido y Control de Flama: <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del conexionado eléctrico del servomotor. • Verificación de libre giro de los discos de aire primario y secundario del quemador. • Revisión del ajuste mecánico en los varillajes de interconexión del servomecanismo para modulación de flama. • Verificación de conexión y terminales del electrodo de ionización. Limpieza. • Medición de la corriente de ionización durante la operación. • Verificación de posición, prueba funcional y limpieza de fotocelda UV detectora de flama, así como de su tarjeta de control. • Verificación de conexión y terminales del electrodo de ignición. • Verificación de posición, prueba funcional y limpieza de electrodo de ignición. • Evaluación de condiciones mecánicas del servomotor. • Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

7.2.6	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Recirculación de Agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloque manual del Sistema de Recirculación de Agua. • Inspección y limpieza de filtro de agua. • Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor. • Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de recirculación de agua. • Verificación de la presión de cámara de aire en tanque hidroneumático. • Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de inyección de agua. • Inspección de presión de cámara de aire en el tanque hidroneumático y verificación de su estabilidad. • Inspección y limpieza de tanque hidroneumático. Búsqueda de fugas de agua. • Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de recirculación de agua. • Búsqueda de fugas en la bomba de recirculación de agua (carcasa, sello mecánico, succión, descarga). • Búsqueda de fugas en la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático (carcasa, sello mecánico, succión, descarga). • Inspección de estado de la línea de succión de la bomba de recirculación de agua. • Inspección y verificación del correcto funcionamiento del sistema hidroneumático en general. • Inspección y limpieza de filtros de agua. • Verificación de la correcta retención de flujo (antirretorno) ante la parada del sistema de recirculación de agua.
7.2.7	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Instrumentación y Control:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario. • Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos. • Prueba de operatividad del panel view. • Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua. <p>Para el desarrollo de las actividades del presente apartado, sigue las disposiciones expuestas en el Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)</p>
7.2.8	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema Eléctrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección del conexionado eléctrico y verificación de fuente de suministro. • Inspección, pruebas operativas, limpieza y ajuste de componentes en los tableros eléctricos de fuerza y control. • Inspección del conexionado eléctrico y prueba de operatividad del pulsador de encendido en el tablero. • Verificación de estado y correcto funcionamiento de componentes eléctricos en el tablero mediante encendido y apagado de calentador. • Inspección de estado de los fusibles, baterías, cargador, borneras y conexionado del cableado de puesta a tierra. • Medición de la resistencia del pozo a tierra. • Inspección de condiciones ambientales a las que se encuentra el pozo de puesta a tierra.

Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Dotación de agua al pozo de puesta a tierra.
	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Lleva a cabo las siguientes actividades en el Sistema de Control Local, Comunicaciones y SCADA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del RTU. • Inspección, pruebas de operatividad, limpieza y ajuste de componentes del Sistema de Comunicaciones. • Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado de los PLC. Limpieza y ajuste de componentes. • Inspección de estado del cableado estructurado interno del RTU, así como su canalización, conexión y rotulado. • Inspección y limpieza de patchcords. Análisis y detección de rotura de los hilos de fibra óptica. • Inspección del cableado del PLC en general. • Verificación de alarmas en los módulos instalados en el PLC, así como en el PanelView. • Verificación de las redes de comunicación WAN/LAN e inspección del convertidor Exemys, Hub. • Verificación de correcto funcionamiento de multiplexores.
7.2.9	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Registra toda la información de las actividades realizadas en los Formatos de Mantenimiento correspondientes, indicados en el punto 8.
8	REGISTROS	
8.1	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución (F-MAN-002)	
9	ANEXO	
9.1	N/A	

ANEXO 16

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO (P-MAN-004)

	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao
Versión: 01	Código: P-MAN-004

1	OBJETIVO
1.1	Establecer las pautas para realizar las inspecciones periódicas y las tareas de mantenimiento, que aseguran el correcto funcionamiento de la instrumentación de medición y seguridad.
2	ALCANCE
2.1	Este procedimiento aplica a todos los instrumentos de medición y seguridad instalados en los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural de la concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Supervisor de Mantenimiento de Estaciones
3.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones.
4	DEFINICIONES
4.1	PIT: Trasmisor de presión.
4.2	TIT: Trasmisor indicador de temperatura.
4.3	LS: Sensor de nivel.
4.4	AT: Trasmisor de análisis/mezcla explosiva (composición).
4.5	BT: Trasmisor de llama (combustión).
4.6	MT: Trasmisor de humo.
4.7	PI: Indicador de presión.
4.8	TW: Pozo/ probeta de temperatura.
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Guía de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)
5.2	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-001)
5.3	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-002)
5.4	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)
5.5	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001)
5.6	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento (I-MAN-001)
5.7	Manual de Operación y mantenimiento de equipos de los fabricantes.
5.8	Norma ANSI, IEEE, ISA y NEMA.
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	<p>Frecuencia</p> <p>Los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural cuentan con la siguiente frecuencia de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Bimestral • Mantenimiento Semestral • Mantenimiento Anual <p>Parte de las actividades de mantenimiento Semestral y Anual a los Sistemas de Calentamiento implica la intervención sobre los instrumentos de seguridad y medición. En efecto, el presente documento abarca las tareas de inspección operativa, verificación y calibración de todo el</p>

	<p>Sistema de Instrumentación que radica en el Sistema de Calentamiento, el mismo que comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisores de Presión • Transmisores de Temperatura • Transmisor/Sensor de Nivel • Termómetros Analógicos • Manómetros Analógicos • Transmisores Detectores de Mezcla Explosiva (LEL) • Transmisores Detectores de Flama • Transmisores Detectores de Humo <p>NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001), primando éste último.</p>
<p>6.2</p>	<p>Equipo de trabajo El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda que esté debidamente homologado por el área HSEQ. Además, se debe contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias para la ejecución de las actividades.</p>
<p>6.3</p>	<p>Es responsabilidad del Supervisor de Mantenimiento de Estaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. • Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades.
<p>6.4</p>	<p>Es responsabilidad del Técnico ejecutor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.
<p>6.5</p>	<p>Consideraciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. • Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes.
<p>6.6</p>	<p>Actividades No Rutinarias El Supervisor de Estaciones podrá proponer y coordinar con el área de Planeamiento, inspecciones a los instrumentos de seguridad y medición de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución ante condiciones anormales de operación. Estas son reportadas mediante: avisos del Centro de Control, observaciones detectadas en los mantenimientos de los City Gate, ERP's y ERM's, y reportes de acciones de mejoras, las mismas que podrán incluir uno o más actividades del Mantenimiento Rutinario, y cuyo objeto es identificar oportunidades de mejora para el Sistema de Instrumentación. Las inspecciones podrán involucrar la consignación de los instrumentos del Sistema de Calentamiento para verificar la integridad de los mismos, pudiendo involucrar revisiones a uno o más de los siguientes componentes en los que se encuentran instalados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentador de agua

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Intercambiador de calor • Sistema de recirculación de agua • Tanque de expansión • Sistema de tuberías de interconexión • Auxiliares, sistema de alimentación e instrumentación asociada. • Sistemas de seguridad por sobrepresión
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al inicio de los trabajos de mantenimiento – En campo	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Procederá de la siguiente manera cuando se realice la intervención de un equipo o de cualquier parte de la instalación, cuyo mantenimiento requiera bloqueo y despresurización.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloquear el equipo o tramo a intervenir. • Despresurizar el tramo implicado en el mantenimiento en reparación. • Controlar la despresurización monitoreando las variables de operación. • Al realizar la despresurización, el gas se debe liberar en un lugar que no represente mayor riesgo. De no poderse cumplir esto, en el lugar físico del trabajo, se prolongarán los ductos para la liberación de gas hasta un lugar apto para esto. • Si es necesario, se podrán barrer los tramos despresurizados con nitrógeno, exceptuando a los recintos definidos como espacios confinados, hasta obtener una medición menor o igual al 3% de gas en aire. • Controlar la hermeticidad de las válvulas que se operan para el bloqueo y despresurización de tramos, de ser necesario se considerará la instalación de discos ciegos.
7.2	Mantenimiento de Instrumentos	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades a los Transmisores de Presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión) • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías Conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Corregir los defectos y/o deterioros encontrados durante las verificaciones (grapas, abrazaderas de sujeción, pernerías, etc.). • Verificar la posición de las válvulas de bloqueo manuales. • Inspeccionar visualmente el estado en que se cuenta el transmisor. • Registrar el valor instantáneo de presión que tiene el transmisor. • Informar al Centro de Control sobre la intervención del instrumento. • Retirar la tapa del transmisor donde están los bornes. • Registrar la tensión de alimentación. • Conectar el Hand Held a los bornes del transmisor. • Verificar la comunicación del Hand Held con el transmisor.

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una comparación de la entrada analógica. Para esto generamos 4mA, 8mA, 12mA, 16mA y 20mA, con el Hand held. • Cerrar la válvula de conexión al proceso, luego despresurizar. • Contrastar al transmisor con el instrumento patrón para los siguientes valores: 0%,25%,50%, 75%,100%,75%,50%,25% y 0% de su span. <p>Si en la contrastación, la diferencia de transmisor son respecto al instrumento patrón, arroja un valor mayor a 0.1 Barg ó 0.2 Barg, el transmisor requerirá ser calibrado.</p> <p>Se procede a su calibración y posteriormente se realiza a una segunda constatación. En caso de que el trasmisor no opere bien y/o siga descalibrado, el técnico generara el reporte respectivo y colocara una etiqueta color roja (no usar/equipo con posible falla).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalizar las válvulas intervenidas del transmisor. • Descartar fugas en los accesorios manipulados. • Colocar la tapa al transmisor • Registrar la presión del manómetro local. • Confirmar con centro de control el correcto funcionamiento del transmisor. • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al instrumento y accesorios (soporte, abrazaderas, conectores, Conduit y mangueras). • Etiquetar al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración, TAG y quien los calibro (etiqueta color verde). <p>Registrar toda la información en el Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT (F-MAN-003).</p>
7.2.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades a los Transmisores de Temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión). • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías Conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Inspeccionar visualmente el estado en el que se encuentra el transmisor. • Registrar el valor instantáneo de presión que tiene el trasmisor. • Comunicar a Centro de Control el instrumento a intervenir. • Retirar la tapa del transmisor donde están los bornes. • Registrar la tensión de alimentación. • Conectar el hand held a los bornes del transmisor. • Verificar la comunicación del hand held de transmisor. • Realizar una comparación de señales instantáneas de presión con centro de control. • Realizar una comparación de la entrada analógica. Para esto generamos 4mA, 8mA, 12mA, 16mA y 20mA, con el Hand held. • Retirar la sonda de su termo pozo. • Colocar la sonda del transmisor en el horno de calibración, sin desconectar esta de su transmisión.

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Contrastar al transmisor con el instrumento patrón para los siguientes valores: 0%,25%,50%, 75%,100%,75%,50%,25% y 0% de su span. <p>Si en la constatación la diferencia del trasmisor con el instrumento patrón arroja un valor mayor a 0.5C°, el transmisor requiere ser calibrado. Se procede a su calibración y posteriormente se realiza una segunda constatación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar la sonda con el transmisor del horno de calibración. • Colocar la sonda en su termo pozo nuevamente. Normaliza las conexiones del transmisor. <p>En caso de que el transmisor no opere bien y/o siga descalibrado, el técnico generara el reporte respectivo y colocara una etiqueta color roja (no usar /equipo con posible falla).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar la tapa al transmisor • Registrar la temperatura del termómetro local. • Confirmar con centro de control el correcto funcionamiento del transmisor. • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al instrumento y accesorios (soportes, abrazaderas, conectores, Conduit y mangueras). • Etiquetar al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración, TAG y quien lo calibro (etiqueta color verde). <p>Registra toda la información en el Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT (F-MAN-004).</p>
<p>7.2.3</p>	<p>Técnico de Mantenimiento de Estaciones</p>	<p>Realiza las siguientes actividades en el Transmisor/Sensor de Nivel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión). • Verificar el estado general del recinto (estructura metálica y losas de concreto) • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Comunicar a centro de control el instrumento a intervenir. • Verifica la condición inicial del sensor. • Verifica si la señal está presente en este módulo de entradas discretas. • Verifica el trasmisor de la señal hacia centro de control. • Inspecciona visualmente el estado del sensor, desmonta la tapa si es necesario. • Si la señal no está presente en el módulo de entradas discretas, verifica sus conexiones. Verifica si el sensor está conectado, si tiene alimentación en su lazo. • Verifica el tipo de contacto del sensor, es decir, si es normalmente cerrado (NC) o normalmente abierto (NO). • Registra la dirección a la que pertenece en el módulo de entradas discretas.

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Realiza pruebas de funcionamiento, para verificar si su contacto conmuta adecuadamente. • Realiza la prueba de histéresis. • Normaliza todas las conexiones y accesorios, si se amerita. • Verifica el estado de la boya, es decir, si está en buen estado, oxidada o torcida. • Verifica el estado de su varilla, es decir, si está en buen estado, oxidada o torcida. • En el caso de que el sensor no opere bien, el técnico generara el reporte respectivo y colocara una etiqueta color roja (no usar /equipo con posible falla). • Etiqueta al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración TAG y quien calibro (etiqueta color verde). <p>Registra toda la información en el Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS (F-MAN-005).</p>
7.2.4	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades en el Detector de Mezcla Explosiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión). • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías Conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Corregir los defectos y/o deterioros encontrados durante las verificaciones (grapas, abrazaderas de sujeción, pernerías, etc.). • Comunicar a centro de control el instrumento a intervenir. • Inspeccionar visualmente el estado en el que se encuentra el transmisor. • Registrar el valor instantáneo de presión que tiene el trasmisor. • Verificar la transmisión de daros con centro de control. • Retirar la tapa del transmisor. • Registrar la corriente actual del lazo del transmisor. • Des energizar previamente el equipo. • Energizar previamente el equipo, para posteriormente colocar la tapa. • Estando el equipo energizado y en las condiciones de seguridad adecuadas, contrasta el equipo con la mezcla de gas patrón CH₄ y aire, a una concentración del 2,5% volumen, que equivale al 50% LEL). • Analizar los resultados, de esta contrastación, encontrando su porcentaje de error del span. • Si existiera un error mayor al 2% del error del span, procederá a realizar la calibración con el gas patrón. • En caso de que en esta segunda contrastación el transmisor siga arrojando un error mayor al 2% del error del span , se deberá generar el reporte respectivo y colocarle una etiqueta color roja (no usar / equipo con posible falla). • Realizar una comparación de señales instantáneas de presión con centro de control. • Confirmar con centro de control el correcto funcionamiento del transmisor.

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al instrumento y accesorios (soportes, abrazaderas, conectores, Conduit y mangueras). • Etiquetar al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración, TAG y quien lo calibro (etiqueta color verde). • <p>Registra toda la información en el Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT (F-MAN-006).</p>
7.2.5	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realizar las siguientes actividades en el Detector de Flama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión). • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías Conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Comunicar a centro de control el instrumento a intervenir. • Inspeccionar visualmente el estado en el que se encuentra el transmisor. • Verificar la transmisión de daros con centro de control. • Realizar una simulación de fuego con el simulador. • Verificar si centro de control detecto la simulación de fuego. • Retirar la tapa del transmisor. • Registrar la tensión de alimentación. • Registrar la corriente actual del lazo de trasmisor. • Des-energizar el transmisor, verifica su conexionado y etiquetado. • Energizar el transmisor una vez terminada la verificación. • Colocar la tapa al transmisor • Realizar una simulación de fuego con simulador. • Verificar que centro de control detecto la simulación. • Limpiar el trasmisor . • Realizar una vez mas una simulación de fuego con el simulador. Esto es para asegurar de que la limpieza del transmisor no ha afectado en nada a la ventana de este. • Verificar nuevamente , si centro de control ha detectado la simulación de fuego. • Coordinar con centro de control el correcto funcionamiento de trasmisor. • En caso de que el sensor no opere bien, se deberá generar el reporte respectivo y colocarle una etiqueta color roja (no usar / equipo con posible falla). • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al instrumento y accesorios (soporte, abrazaderas, conectores, Conduit y mangueras). • Etiquetar al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración, TAG y quien los calibro (etiqueta color verde) <p>Registrar toda la información en el Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT (F-MAN-007).</p>

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

<p>7.2.6</p>	<p>Técnico de Mantenimiento de Estaciones</p>	<p>Realizar las siguientes actividades en el Detector de Humo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del soporte metálico (recubrimiento, corrosión) • Verificar la integridad de la instalación eléctrica, canalización, tuberías Conduit, accesorios y selladores (corrosión y otros). • Corregir defectos y/o deterioros encontrados durante las verificaciones (grapas, abrazaderas de sujeción, pernerías, etc.). • Comunicar a centro de control el instrumento a intervenir. • Inspeccionar visualmente el estado en el que se encuentra el transmisor. • Verificar la transmisión de datos con centro de control. • Realizar una simulación de humo, para esto utilizara un aerosol para simular humo. • Verificar si centro de control detecto la simulación de humo. • Abrir la tapa del instrumento. • Registrar la tensión de alimentación. • Registrar la corriente actual del lazo de trasmisor. • Des-energizar el transmisor, verifica su conexonado y partes internas. • Energizar el transmisor una vez terminada la verificación. • Reponer el suministro de alimentación. • Colocar la tapa del instrumento. • Realizar una simulación de humo con simulador. • Verificar que centro de control detecto la simulación. • Limpiar el trasmisor. • Realizar una ultima simulación de humo. • Verificar nuevamente , si centro de control ha detectado la simulación de fuego. • Coordinar con centro de control el correcto funcionamiento de trasmisor. • En caso de que el sensor no opere bien, se deberá generar el reporte respectivo y colocarle una etiqueta color roja (no usar / equipo con posible falla). • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al instrumento y accesorios (soporte, abrazaderas, conectores, Conduit y mangueras). • Etiquetar al transmisor con la fecha de su calibración, fecha de próxima calibración, TAG y quien los calibro (etiqueta color verde) <p>Registrar toda la información en el Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT (F-MAN-008).</p>
<p>7.2.7</p>	<p>Técnico de Mantenimiento de Estaciones</p>	<p>Realizar las siguientes actividades en los Manómetros/Indicadores de Presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verificar el estado general del manifold de bloqueo y purga. • Tramitar el permiso d trabajo respectivo. • Informar al operador de centro de control , sobre la intervención del instrumento.

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrución de Gas Natural en Lima y Callao

		<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar la válvula de bloqueo del manifold y verifica el cierre hermético abriendo la purga del mismo. • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al manómetro y al manifold de bloqueo y purga. • Retirar el manómetro para su inspección y mantenimiento. Si el instrumento presenta fallas , cambiar el manómetro. • Reinstalar el manómetro. <p>Registrar toda la información en el Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI (F-MAN-009).</p>
7.2.8	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades a los Termómetros/Indicadores de Temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorear permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con Indicador de Gas Combustible (IGC). • Realizar la detección, clasificación, control, reparación y seguimiento, tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Tramitar el permiso de trabajo respectivo. • Informar al Operador de Centro de control, sobre la intervención del instrumento. • Realizar la limpieza mecánica y aplicar recubrimiento anticorrosivo al termómetro y termo pozo. • Retirar el termómetro para su inspección y mantenimiento. Si el instrumento presenta fallas, cambiar el termómetro. • Reinstalar el termómetro. <p>Registrar toda la información en el Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI (F-MAN-010).</p>
8	REGISTROS	
8.1	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución (F-MAN-002)	
8.2	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT (F-MAN-003)	
8.3	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT (F-MAN-004)	
8.4	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS (F-MAN-005)	
8.5	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT (F-MAN-006)	
8.6	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT (F-MAN-007)	
8.7	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT (F-MAN-008)	
8.8	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI (F-MAN-009)	
8.9	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI (F-MAN-010)	
9	ANEXO	
9.1	N/A	

ANEXO 17

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

(I-MAN-001)

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento



Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

Versión: 01

Código: I-MAN-001

1	OBJETIVO
1.1	Realizar la correcta operación de calentadores del Sistema de Distribución de Gas Natural.
2	ALCANCE
2.1	El procedimiento aplica a los Sistemas de Calentamiento de todo City Gate, ERP y ERM de la Concesionaria.
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES
4.1	Sistema de Calentamiento: Conjunto de equipos estacionarios que trabajando en conjunto permiten calentar el gas natural por transferencia de calor, mediante un agente (el agua destilada), con la finalidad de mitigar las consecuencias producto del Efecto Joule-Thomson durante el proceso de regulación de presión (caída de temperatura provocada por la caída de presión).
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Guía de Mantenimiento del Sistema de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural (S-MAN-001)
5.2	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-001)
5.3	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-002)
5.4	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-003)
5.5	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao (P-MAN-004)
5.6	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001)
5.7	Manual de Operación y mantenimiento de equipos de los fabricantes.
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	Frecuencia Los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural no cuentan con una frecuencia de operación específica (sujeta a intervenciones rutinarias o no rutinarias del mismo). NOTA: Cualquier desviación a las frecuencias indicadas, deberá ser documentada en el Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural (F-MAN-001) , primando éste último.
6.2	Equipo de trabajo El equipo de trabajo deberá estar conformado por personal técnico de Cálidda que esté debidamente homologado por el área HSEQ. Además, se debe contar con detectores de fugas, accesorios y herramientas varias para la ejecución de las actividades.

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

6.3	Es responsabilidad del Supervisor de Mantenimiento de Estaciones <ul style="list-style-type: none"> • Entregar al personal técnico ejecutor la orden de trabajo correspondiente, con la documentación y/o formatos asociados a dicha actividad, asegurando los recursos propios y de terceros. • Verificar el cumplimiento de las actividades de las órdenes de trabajo vinculadas a dichas actividades. 	
6.4	Es responsabilidad del Técnico ejecutor <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el vehículo disponga de todos los elementos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. 	
6.5	Consideraciones <ul style="list-style-type: none"> • Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente. • Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes. 	
6.6	El seteo de temperatura, en el controlador de temperatura del calentador, será un valor el cual permita obtener una temperatura del gas de proceso aguas abajo de la válvula reguladora del ramal activo entre 20°C y 40°C.	
6.7	<p>La operación de los calentadores del sistema de distribución se realiza tanto en Estaciones de Regulación de Presión y en los City Gates. Esta operación es estrictamente manual a excepción de los calentadores de los City Gates, en los cuales puede ser Remota, local y manual. La operación de estos equipos comprende básicamente tres actividades:</p> <p>Encendido del Sistema de Calentamiento: Esta actividad se realiza cuando el equipo vuelve a entrar en servicio después de un mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo o debido a las condiciones operativas del sistema de distribución. Esta actividad está orientada a rea lizar una adecuada secuencia de encendido de los calentadores así como los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento.</p> <p>Apagado del Sistema de Calentamiento: Esta actividad se ejecuta cuando se requiere realizar un mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo o cuando debido las condiciones operativas del sistema de distribución “no es necesario realizar el calentamiento del gas natural”. Esta actividad está orientada a realizar una adecuada secuencia de apagado de los calentadores, la cual permita realizar las tareas de mantenimiento en forma normal.</p> <p>Verificación y monitoreo del correcto funcionamiento: Esta actividad se realiza cuando el equipo vuelve a entrar en servicio y en funcionamiento continuo. Esta actividad está orientada a monitorear, verificar y/o realizar los ajustes necesarios para corregir o mantener el correcto funcionamiento de los calentadores.</p>	
7	DESARROLLO	
7.1	Previo al inicio de los trabajos de mantenimiento – En campo	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Considera las siguientes precauciones para laejecución de los trabajos de operación de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural: <ul style="list-style-type: none"> • Aleja del área toda fuente posible de ignición, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo. • Asegura la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar.

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

		<ul style="list-style-type: none"> • Puede utilizar linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad. • Antes de ingresar se dará aviso al operador de Centro de Control y se le solicitará la debida autorización de acceso a infraestructura. • los valores de las variables monitoreadas a través del sistema, para luego verificarlas con los datos obtenidos de campo. • Para el ingreso de vehículos en cámaras aéreas con cerco perimetral verificar que el mismo disponga de arrestallamas. • Realiza el bloqueo y etiquetado de elementos en la zona de trabajo si el mantenimiento así lo requiere. • Antes de iniciar cualquier actividad deberán elaborar un ATS (Análisis de Trabajo Seguro) y un Permiso de Trabajo de acuerdo a los trabajos a realizar.
7.2	Operación de Sistemas de Calentamiento	
ITEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.2.1	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Realiza las siguientes actividades al Sistema en General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitorea permanentemente la existencia de mezcla explosiva en el ambiente con un Indicador de Gas Combustible (IGC). • Verifica y/o controlar fugas de gas en toda la instalación. La detección, clasificación, control, reparación y seguimiento se realizarán tomando en cuenta lo indicado en el código ASME B31.8. • Verifica la integridad de la instalación eléctrica, tableros, canalización, tuberías, conduit, accesorios y selladores (recubrimiento, corrosión y otros) • Verifica el estado general de las tuberías, estructuras metálicas, loza de concreto y aislamiento térmico (recubrimiento, corrosión y otros). • Verifica el libre giro de las válvulas de bloqueo manuales • Verifica la conexión puesta a tierra de la instalación. • Contrasta los valores en campo con los del centro de control.
7.2.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Encendido del Sistema de Calentamiento de Estaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica la correcta posición de las válvulas de ingreso y salida de gas de proceso en el intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas de agua en el circuito de refrigeración de agua del calentador – intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas del skid de gas del quemador. • Verifica que la presión pos regulación del skid del quemador se encuentren dentro de los rangos óptimos de operación de la estación. • Verifica que el nivel de agua en el intercambiador de calor este al máximo. • Verifica que la válvula de salida de agua en el tanque de reposición este cerrada. • Verifica que el nivel de agua en el tanque de reposición este al máximo. • Verifica que el seteo de temperatura del quemador se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación del calentador de la estación. • Verifica que el tablero de control del calentador se encuentre energizado. • Enciende el calentador activando el pulsador o interruptor de encendido. <p>Luego del encendido:</p>

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

		<ul style="list-style-type: none"> • Verifica que el tablero de control del calentador no haya indicación de alarma. • Verifica que la temperatura del baño de agua del calentador se mantenga dentro de los valores establecidos en el controlador de temperatura, de acuerdo a los rangos óptimos de operación del calentador de la estación. • Verifica que la presión del agua este dentro de los rangos óptimos de operación del calentador. • Verifica que la temperatura de gas de proceso pos regulación está dentro de los rangos de operación optima de la estación. • Verifica el porcentaje de emanaciones “CO” y “CO2” estén dentro de los rangos permitidos. • Reporta el seteo del controlador de temperatura y el correcto funcionamiento del calentador al operador del centro de control, para que este realice el monitoreo continuo del calentador desde el SCADA.
7.2.3	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Funcionamiento Continuo del Sistema de Calentamiento de Estaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica la correcta posición de las válvulas de ingreso y salida de gas de proceso en el intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas de agua en el circuito de refrigeración de agua del calentador – intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas del skid de gas del quemador. • Verifica que la presión pos regulación del skid del quemador se encuentren dentro de los rangos óptimos de operación de la estación. • Verifica que la válvula de salida de agua en el tanque de reposición este cerrada. • Verifica que el nivel de agua en el tanque de reposición este al máximo. • Verifica que el seteo de temperatura del quemador se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación del calentador de la estación. • Verifica que el tablero de control del calentador no haya indicación de alarma. • Verifica que la temperatura del baño de agua del calentador se mantenga dentro de los valores establecidos en el controlador de temperatura, de acuerdo a los rangos óptimos de operación del calentador de la estación. • Verifica que la presión del agua este dentro de los rangos óptimos de operación del calentador. • Verifica que la temperatura de gas de proceso pos regulación está dentro de los rangos de operación optima de la estación. • Verifica el porcentaje de emanaciones “CO” y “CO2” estén dentro de los rangos permitidos. • Reporta al operador del centro de control el seteo del controlador de temperatura y el correcto funcionamiento del calentador.
7.2.4	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Apagado del Sistema de Calentamiento en Estaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apaga el calentador activando el pulsador o interruptor de parada. • Verifica que el calentador se encuentre con el quemador apagado. • Desenergiza y realiza el bloqueo y etiquetado del interruptor principal del tablero de control del calentador.

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

		<ul style="list-style-type: none"> • De ser necesario cierra las válvulas del en el circuito de refrigeración de agua del calentador – intercambiador de calor y procede al bloqueo y etiquetado de las mismas. • También de ser necesario cierra las válvulas de salida del skid de gas del quemador y procede al bloqueo y etiquetado de las mismas. • Reporta al operador del centro de control el apagado del calentador y los equipos en los cuales se ha aplicado el bloqueo y etiquetado. • En caso de realizarse mantenimiento en los calentadores, también reporta al personal de mantenimiento el apagado del calentador y los equipos en los cuales se ha aplicado el bloqueo y etiquetado.
7.2.5	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Encendido de Sistema de Calentamiento en City Gate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica la correcta posición de las válvulas de ingreso y salida de gas de proceso en el intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas del skid de gas combustible del calentador. • Verifica la correcta posición de las válvulas de gas y de aire del tren de regulación del quemador. • Verifica y registra que la presión pos regulación del skid de gas combustible del calentador, se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación. • Verifica y registra que la presión del gas, pos regulación, de la llama principal, en el tren de regulación del quemador, se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación. • Verifica que el nivel de agua en el intercambiador de calor no se encuentra por debajo del nivel de mínimo. • Verifica que la válvula de purga, descarga y reposición de agua estén cerradas. • Verifica que el tablero de control del calentador se encuentre energizado con los voltajes adecuados 220VAC y 380 VAC. • Verifica que el motor forzador de aire se encuentre energizado en tablero en el tablero de fuerza. • Coordina y selecciona el modo de operación del calentador con el operador del centro de control. • Registra la temperatura del baño de agua del calentador o del gas de proceso (si está en operación remota). • Enciende el calentador presionando el pulsador de arranque en el tablero de control o activando el botón de arranque en el panel view, según sea el caso. <p>Luego del encendido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica en el tablero de control o panel view del calentador que no haya indicación de alarma. • Reporta el seteo de la temperatura del baño de agua del calentador al operador del centro de control, en caso el encendido no fuera en forma remota. • Registra y verifica que la temperatura del baño de agua del calentador se mantenga dentro de los valores establecidos en el controlador de temperatura, de acuerdo a los rangos óptimos de operación del calentador. • Verifica y registra que la temperatura de gas de proceso pos regulación está dentro de los rangos de operación óptima del City Gate.

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

		<ul style="list-style-type: none"> • Verifica y registra que la presión pos regulación del skid del calentador se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación. • Verifica el porcentaje de emanaciones “CO” y “CO2” estén dentro de los rangos permitidos. • Reporta el correcto funcionamiento del calentador al operador del centro de control.
7.2.6	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Funcionamiento continuo del Sistema de Calentamiento en City Gate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica y registra que la temperatura de gas de proceso aguas abajo del sistema de regulación este dentro de los rangos de operación óptima del City Gate, entre 15 y 25°C. • Verifica en el tablero de control o panel view del calentador que no haya indicación de alarma. • Verifica y registra el modo de operación del calentador si es manual, local o remota. • Registra el valor de temperatura del baño de agua del calentador. • Verificar que el nivel de agua en el intercambiador de calor no esté debajo del nivel mínimo. • Verifica y registra que la temperatura del gas de proceso a la salida, del intercambiador de calor, del calentador no supere los 50°C. • Verifica que la válvula de purga, descarga y reposición de agua estén cerradas. • Verifica la correcta posición de las válvulas de ingreso y salida de gas de proceso en el intercambiador de calor. • Verifica la correcta posición de las válvulas del skid de gas combustible del calentador. • Verifica y registra que la presión pos regulación, del skid gas combustible del calentador, se encuentre dentro de los rangos óptimos de operación. • Verificar la correcta posición de las válvulas de gas y de aire en el tren de regulación del quemador. • Verifica y registra que la presión del gas, pos regulación, de la llama principal, en el tren de regulación, se encuentren dentro de los rangos óptimos de operación • Verifica y registra que el porcentaje de emanaciones “CO” y “CO2” estén dentro de los rangos permitidos. • Reporta el correcto funcionamiento del calentador al operador del centro de control.
7.2.7	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	<p>Apagado del Sistema de Calentamiento en City Gate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordina con el operador del centro de control el apagado del equipo. • Apaga el calentador presionando el pulsador de parada en el tablero de control o activando el botón de parada en el panel view, según sea el caso. • Verifica que el calentador se encuentre con el quemador apagado. • Desenergiza y realiza el bloqueo y etiquetado del interruptor principal del tablero de control del calentador de 220VAC y 380VAC. • Cierra las válvulas de entrada y salida del gas de proceso en el intercambiador de calor y de ser necesario procede al bloqueo y etiquetado de las mismas. • Cierra las válvulas de salida del skid de gas combustible del calentador y de ser necesario procede al bloqueo y etiquetado de las mismas. • Verifica que la válvula de purga, descarga y reposición de agua estén cerradas.

Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento

		<ul style="list-style-type: none">• Reporta al operador del centro de control el apagado del calentador y los equipos en los cuales se ha aplicado el bloqueo y etiquetado.• En caso de realizarse mantenimiento en los calentadores, también reporta al personal de mantenimiento el apagado del calentador y los equipos en los cuales se ha aplicado el bloqueo y etiquetado.
7.2.9	Técnico de Mantenimiento de Estaciones	Termino de la actividad Comunica el término de la actividad al operador de Centro de Control.
8	REGISTROS	
8.1	N/A	
9	ANEXO	
9.1	N/A	

ANEXO 18

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (F-MAN-002)



MANTENIMIENTO DE CALENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION GNLC

1. DATOS GENERALES

ERP /ERM / CITY GATE: _____

Nº ORDEN DE TRABAJO _____ CALENTADOR _____

HORA DE INICIO _____

TIPO DE MANTENIMIENTO ANUAL SEMEST BIMESTRAL CORRECTIVO

HORA FINAL _____

Técnicos: Nombre _____
Apellido _____

FECHA INICIO _____

FECHA FINAL _____

SI / NO

Observaciones

1.1 Dar aviso a la centro de control. 1.2 Monitorear la atmósfera constantemente con un IGC. (% LEL) % LEL N/S - IGC: 1.3 Calentador Operativo C1 C2 C3 Observaciones _____1.4 Intercambiador: # de Intercambiadores:

Capacidad de intercambiador

<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. agua	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. gas	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. agua	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. gas	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. agua	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tub. gas	<input type="text"/>

SI: se realizó NO: No se realizó N/A: No Aplica B: Buen estado M: Mal estado

SI / NO / NA

Estado Inicial

Estado Final

Observaciones

1.5 Verificar la transferencia de calor comprobando la ausencia de condensado post regulación.
< 25°C: M > 25°C: B 1.6 Detección sistemática de fugas de gas en el Sistema de Calentamiento en general. 1.7 Inspección visual de la infraestructura y determinación del grado de defectos y discontinuidades en el sistema de pintura. 1.8 Inspección visual de la infraestructura y determinación del tipo y grado de corrosión presente en las superficies. 1.9 Limpieza e hidrolavado de infraestructura aérea e inspección de contaminantes visibles sobre la superficie. 1.10 Medición de la capacidad de adherencia del sistema de pintura al sustrato y/o a otra capa de pintura (sistema multicapa). 1.11 Medición de la humedad relativa (%HR) presente en la instalación durante las labores de inspección (mayor valor obtenido). 1.12 Medición de la temperatura de punto de rocío en la atmósfera que rodea la infraestructura aérea. 1.13 Medición del grado de contaminación atmosférica por SO2 y Cloruros. 1.14 Medición y evaluación del espesor de película seca de pintura aplicada sobre la superficie.

Llenado por la concesionaria

SI NO B M B M

2. CALENTADOR

SI / NO / NA

Estado Inicial

Estado Final

Observaciones

2.1 Realizar prueba funcional del control de temperatura 2.2 Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del calentador. 2.3 Realizar pruebas funcionales de apertura y cierre en la válvula de alivio registrar los valores obtenidos. P set bar P apert bar P cierre bar P placa barg2.4 Inspeccionar las tapas: delantera, posterior y superior, según sea el caso.

Ajuste, cambio de empaques, etc.

2.5	Verificar que el refractario se encuentre sin grietas ni presente desgaste.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.6	Inspección de estado de chimenea y detección de agentes extraños que interrumpen la salida de los gases de combustión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.7	Inspección de estado general del aislamiento térmico del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.8	Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos de fuego del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.9	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad a la placa portatubos del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.10	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.11	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.12	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al hogar del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.13	Inspección y limpieza de sistema de circulación de gases: cámara de combustión, tubos de combustión, turbuladores y chimenea.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.14	Inspección, limpieza externa y restauración de tubos de fuego del calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.15	Medición de la temperatura de los gases de combustión como indicador de una correcta transferencia de calor hacia el agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.16	Verificación del nivel de agua en el sistema, reponer de ser necesario y agregar inhibidor de corrosión en proporción 100:1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M

Cantidad de Agua Completada litros

2.17	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del grado de Ph.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.18	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de dureza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.19	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel de nitratos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.20	Análisis de la calidad del agua del Sistema de Calentamiento a través de la medición del nivel sólidos totales disueltos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.21	Verificar el funcionamiento del tanque de expansión presurizado (Estación Cañete).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
2.22	Efectuar la medición de presión de aire en el tanque de expansión y comparar con el valor en placa, e encontrarse por debajo, presurizar al valor deseado (Estación Cañete).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M

Presión psi

Llenado por la concesionaria

SI NO B M B M

3. INTERCAMBIADOR DE CALOR

		SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
3.1	Inspección y búsqueda de fugas a través de la junta del circuito de agua en el intercambiador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2	Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del intercambiador de calor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3	Realizar pruebas funcionales de apertura y cierre en la válvula de alivio registrar los valores obtenidos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
	P set <input type="text"/> bar						
	P apert <input type="text"/> bar						
	P cierre <input type="text"/> bar						
	P placa <input type="text"/> barg						
3.4	Inspección visual, hidrolavado (interno y externo), control de corrosión y restauración general de los tubos del intercambiador de calor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.5	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

del intercambiador de calor.

3.6	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del intercambiador de calor con el cabezal soldado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes, ensayo de partículas magnéticas, prueba de resistencia y hermeticidad al haz de tubos del intercambiador de calor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Llenado por la concesionaria</i>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

4. QUEMADOR, SISTEMA DE ENCENDIDO Y CONTROL DE FLAMA

		SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
4.1	Análisis y medición de los gases de combustión y regulación de mezcla gas/aire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.2	Comprobación de alineamiento del eje y el servomecanismo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.3	Evaluación de condiciones mecánicas del servomotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.4	Inspección de estado y limpieza de tobera de inyección de mezcla combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.5	Inspección operativa del servomotor. Pruebas de aislamiento, medición de temperatura y consumo de corriente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.6	Lubricación de los discos de aire primario y secundario del quemador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7	Mantenimiento integral del quemador, piloto y sus componentes (ajuste, cambio de empaques, etc).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.8	Medición de la corriente de ionización durante la operación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9	Registrar el valor de la corriente en la varilla detectora de flama (mayor a 5uAmp DC) < a 5uAmp: M > a 5uAmp: B Valor de I dc <input type="text"/> uAmp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.10	Mediciones eléctricas y pruebas de correcta funcionalidad del servomotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.11	Revisión del ajuste mecánico en los varillajes de interconexión del servomecanismo para modulación de flama.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.12	Verificación de conexión y terminales del electrodo de ionización. Limpieza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.13	Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de aire para apertura de piloto y quemador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.14	Verificación de funcionamiento y hermeticidad al cierre de las electroválvulas de gas para apertura de piloto y quemador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.15	Verificación de libre giro de los discos de aire primario y secundario del quemador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.16	Verificación de posición, conexión y terminales del electrodo de ignición. Prueba funcional y limpieza. Verificar la correcta formación del arco eléctrico necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.17	Verificación de posición, prueba funcional y limpieza de fotocelda UV detectora de flama, así como de su tarjeta de control.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.18	Verificación del conexionado eléctrico del servomotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.19	Verificación del correcto funcionamiento del amplificador de aislamiento. Limpieza y ajuste de componentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.20	Verificación del correcto funcionamiento del interruptor de presión de aire para el quemador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.21	Verificación del correcto funcionamiento del programador de encendido y verificación del estado del conexionado eléctrico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.22	Verificación del correcto funcionamiento del servomecanismo. Sustitución de elementos desgastados de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.23	Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado del transformador de encendido. Limpieza y ajuste de componentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<i>Llenado por la concesionaria</i>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

5. SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE

		SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
5.1	Alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5.2	Análisis vibracional del conjunto motor-ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de aire de 0 al 100% con un generador de corriente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor que acciona el ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5	Inspección de estado del rodete del ventilador. Balanceo dinámico y alineamiento mecánico del conjunto motor-ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6	Inspección del sistema de transmisión mecánica del ventilador de aire primario. Análisis vibracional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7	Inspección y limpieza de filtro de aire primario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.8	Inspección y limpieza de vasos y elemento filtrante de los filtros-reguladores en el tren de alimentación de aire. Ajuste de regulación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.9	Limpieza de toma de aire primario en ventilador .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.10	Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.11	Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del ventilador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.12	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de aire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.13	Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de aire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Llenado por la concesionaria</i>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

6. SISTEMA DE ALIMENTACION DE GAS

		SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
6.1	Comprobación de porcentajes de apertura de válvula de control de flujo de gas 0 al 100% con un generador de corriente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2	Establecer comunicación con el computador de flujo mediante interface y software para captura de datos instantáneos y posterior cálculo del factor de compresibilidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3	Inspección de estado de las empaquetaduras del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Inspección de las caras de bridas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.5	Inspección de materiales sellantes presentes en uniones roscadas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.6	Inspección visual de infraestructura y control de corrosión del sistema de medición mediante recubrimiento industrial.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7	Inspección visual y prueba de ultrasonido a las tuberías del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.8	Inspección visual, prueba de ultrasonido, ensayo de tintes penetrantes y ensayo de partículas magnéticas a uniones soldadas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.9	Inspección y limpieza de filtro de gas de alimentación y/o piloto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.10	Inspección y limpieza de gasket filter en medidor de flujo de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.11	Monitoreo de fugas en componentes del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.12	Monitoreo de fugas en el sistema de medición del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.13	Monitoreo de fugas en las bridas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.14	Monitoreo de fugas en las uniones roscadas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.15	Pruebas de operación de la válvula de bloqueo automático en modos local y remoto. Limpieza, lubricación y ajuste de componentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.16	Verificar la hermeticidad al cierre de la válvula de bloqueo, de presentar pase, tomar las medidas preventivas. La presión no debe exceder el 20% de la presión regulada de ingreso al quemador. Presión de bloqueo <input type="text"/> barg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.17	Reemplazo de elementos blandos de las válvulas reguladoras y elementos duros según el estado de los mismos. Inspección de todos los elementos internos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6.18	Verificación de envío y recepción de pulsos del medidor de flujo de gas. Inspección de estado de cables y sus conexiones eléctricas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.19	Verificación de hermeticidad al cierre de las válvulas reguladoras y ajuste de valores de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.20	Registrar el valor mostrado del indicador durante la prueba de hermeticidad al cierre de la válvula reguladora. Además, tener en cuenta que la presión de cierre no debe exceder el 10% de la presión regulada. Presión Reg. <input type="text"/> barg Presión de cierre <input type="text"/> barg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.21	Verificación de la correcta operación de las válvulas reguladoras. Registrar valores de seteo y realizar ajuste de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.22	Verificación de la correcta operación y mantenimiento integral de la válvula de control de flujo de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.23	Verificación del correcto funcionamiento de la barrera intrínseca del sistema de medición.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.24	Verificación del correcto funcionamiento de las electroválvulas del tren de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.25	Verificación del correcto funcionamiento de las válvulas reguladoras y registro de valores de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.26	Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloqueo manuales del Sistema de Alimentación de Gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.27	Verificación y control de giro del contador mecánico del medidor de flujo de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.28	Verificar el nivel de aceite y lubricar el sistema de medición de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.29	Inspección y limpieza de bornas para cables de salida de pulsos del medidor de flujo de gas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.29	Realizar mantenimiento integral del pre-calentador eléctrico. Limpieza y ajuste de conexiones y elementos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
6.29	Realizar pruebas funcionales de encendido y apagado en el pre-calentador eléctrico. Verificación de parámetros y comparación con valores de placa. Corriente <input type="text"/> A Ohmlaje <input type="text"/> W Voltaje <input type="text"/> VAC <input type="text"/> Ajuste de Temperatura °C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

7. SISTEMA DE CONTROL LOCAL, COMUNICACIONES Y SCADA

	SI / NO / NA	Estado Inicial	Estado Final	Observaciones
7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
7.13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	

Exemys, Hub.

7.14 Verificación del correcto funcionamiento e inspección de estado de los PLC.

Limpieza y ajuste de componentes.

Llenado por la concesionaria

SI NO B M B M

8. SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA

	SI / NO / NA	Estado Inicial	Estado Final	Observaciones
8.1 Verificar el funcionamiento de las electrobombas:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Electrobomba(s) en operación <input type="checkbox"/>	B1:barg B2:barg	B3:barg	B4:barg	
8.2 Alineamiento mecánico del conjunto motor-bomba.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.3 Búsqueda de fugas en la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático (carcasa, sello mecánico, succión, descarga).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.4 Búsqueda de fugas en la bomba de recirculación de agua (carcasa, sello mecánico, succión, descarga).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.5 Inspección de estado de la línea de succión de la bomba de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.6 Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de inyección de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.7 Inspección de componentes internos, megado, análisis de vibraciones, termografía, medición de consumo de corriente y verificación de las RPM del motor de la bomba de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.8 Inspección de presión de cámara de aire en el tanque hidroneumático y verificación de su estabilidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.9 Inspección y limpieza de filtro de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.10 Inspección y limpieza de filtros de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.11 Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de agua al tanque hidroneumático.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.12 Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de inyección de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.13 Inspección y limpieza de impulsor de la bomba de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.14 Inspección y limpieza de tanque hidroneumático. Búsqueda de fugas de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.15 Inspección y verificación del correcto funcionamiento del sistema hidroneumático en general.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.16 Medición de temperatura y lubricación del rodamiento del motor de la bomba de recirculación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.17 Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del sistema de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.18 Prueba de funcionamiento y calibración de la válvula de alivio del tanque hidroneumático.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.19 Verificación de la correcta retención de flujo (antirretorno) ante la parada del sistema de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.20 Verificación de la presión de cámara de aire en tanque hidroneumático.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.21 Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de inyección de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.22 Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor de la bomba de recirculación de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.23 Verificación de la presión y caudal de recirculación de agua. Medición de corriente de consumo del motor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8.24 Verificación del libre giro y correcta posición de las válvulas de bloqueo manuales del Sistema de Recirculación de Agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Llenado por la concesionaria

SI NO B M B M

9. SISTEMA ELECTRICO

SI / NO / NA Estado Inicial Estado Final Observaciones

9.1	Adición de químicos necesarios al terreno del pozo de puesta a tierra para mantener el nivel adecuado de sales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.2	Dotación de agua al pozo de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.3	Inspección de condiciones ambientales a las que se encuentra el pozo de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.4	Inspección de estado de los fusibles, baterías, cargador, borneras y conexionado del cableado de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.5	Inspección del conexionado eléctrico y prueba de operatividad del pulsador de encendido en el tablero.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.6	Inspección del conexionado eléctrico y verificación de fuente de suministro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.7	Inspección, limpieza y lijado de cable desnudo de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y los equipos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.8	Inspección, limpieza y lijado de conectores, elementos de anclaje y sujeción del pozo de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.9	Inspección, limpieza y lijado del electrodo de cobre del pozo de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.10	Inspección, pruebas operativas, limpieza y ajuste de componentes en los tableros eléctricos de fuerza y control.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.11	Medición de la resistencia del pozo a tierra. < 10Ω: B > 10Ω: M <input type="text"/> ohm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.13	Verificación de estado y correcto funcionamiento de componentes eléctricos en el tablero mediante el encendido y apagado de calentador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
9.14	Verificación de la compactación del suelo del pozo de puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M
<i>Llenado por la concesionaria</i>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>

10. SISTEMA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL

		SI / NO / NA	Estado Inicial	Estado Final	Observaciones
10.1	Verificación del seteo de parámetros en el sistema de control automático. Ajuste de parámetros de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.2	Verificación de la integridad de la instalación y pruebas de comunicación. Identificación de posibles interferencias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.3	Inspección del conexionado eléctrico así como verificación del correcto funcionamiento y seteo de rangos de operación de los termostatos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.4	Calibración e inspección operativa de los transmisores de presión (proceso y spool de medición).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.5	Calibración e inspección operativa de los transmisores de temperatura (proceso y spool de medición)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.6	Prueba de funcionamiento de transmisores/indicadores de nivel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.7	Calibración e inspección operativa de los detectores de mezcla explosiva.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.8	Calibración e inspección operativa de los detectores de flama.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.9	Calibración e inspección operativa de los detectores de humo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.10	Inspección de estado y verificación de manómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
10.11	Inspección de estado y verificación de termómetros analógicos (conjunto escala-indicador, glicerina, corrosión y otros).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M	
* De acuerdo a la categoría de mantenimiento a aplicar (Semestral o Anual), el desarrollo de la presente sección (Sistema de Instrumentación y Control) debe ir acompañada del registro F-MAN-003, el mismo que debe ser llenado acorde a lo prescrito en el procedimiento P-MAN-004.					
<i>Llenado por la concesionaria</i>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>

11. REGISTRO DE DATOS DEL EQUIPO Y ANALISIS REALIZADOS

Quemador	
Marca	
Modelo	
N° serie	
Capacidad	

Caldero	
Marca	
Modelo	
N° serie	
Capacidad	

Temperatura regulada en el controlador. °C

Temperatura de arranque del quemador °C

Temperatura de parada del quemador °C

Análisis de Gases de Combustión	
T Chimenea (°C)	
CO2 (%)	
O2 (%)	
CO (ppm)	
Eficiencia (%)	
Exceso de Aire (%)	

Equipo de Medición
Marca y N° de serie

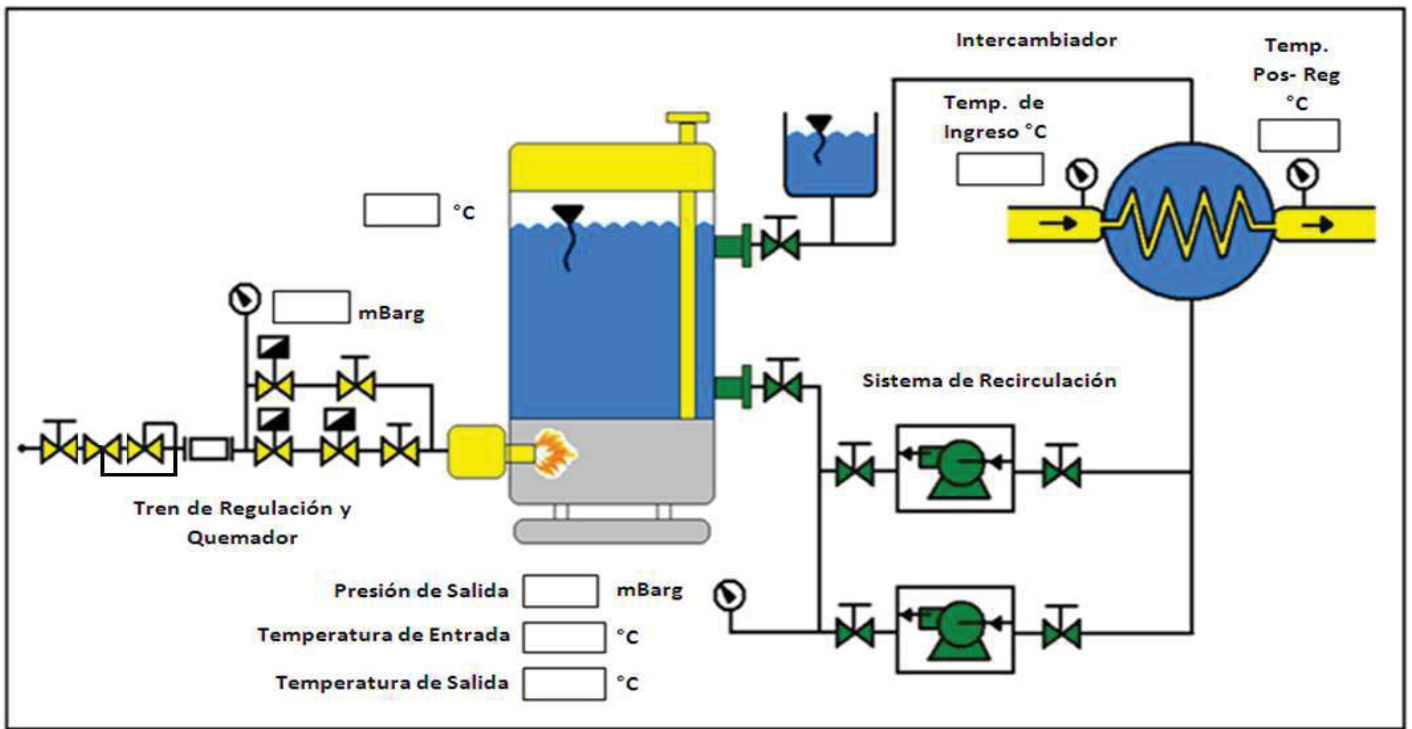
Análisis de Agua -	
Temperatura (°C)	
Solid.Totales (ppm)	
Ph	
Nitratos (ppm)	
Dureza (ppm)	

Equipo de Medición
Marca y N° de serie

Análisis de Gases de Combustión Recomendados según Fabricante.	
T Chimenea (°C)	140 a 220
CO2 (%)	9.0 a 11.00
O2 (%)	2.0 a 4.0
CO (ppm)	0 a 100
Eficiencia (%)	80 a 90
Exceso de Aire (%)	10 a 25

Análisis de Agua Según BS	
Temperatura (°C)	-
Solid.Totales (ppm)	< 3500
Ph	8.5 - 11.8
Nitratos (ppm)	<900
Dureza (ppm)	< 2

ESQUEMA GENERAL



12. COMENTARIOS GENERALES

Blank area for general comments.

Técnico
Firma:
Nombre:

Supervisor
Firma:
Nombre:

Tiempo empleado

ANEXO 19

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE PRESIÓN PIT (F-MAN-003)



MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE PRESIÓN - PT

1. DATOS GENERALES

ERP /ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____

RRECINTO: _____

FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO

ANUAL

SEMESTRAL

CORRECTIVO

HORA INICIO _____

Técnicos: Nombre _____
Apellido _____

HORA FINAL _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del transmisor, libre de corrosión y pintado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar carcasa, herméticamente sellada, limpia, ajustada y sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar el buen estado de la soportería y penería, libres de corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el conduit, mangueras y cableado. Ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 Verificar voltaje de entrada entre 10.5-36 vdc. <input type="text"/> Vdc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar conexión al proceso. Apretado y sin fugas, válvulas en posición correcta, bloqueo y manifolds.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.8 Verificar el TAG del transmisor que corresponda con el SCADA, Clara y completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.9 Verificar líneas de impulso y/o tubings. Limpios, libre de corrosión y bloqueos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.10 Verificar el estado del indicador de posición. <input type="checkbox"/> Barg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Cálidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Conectar un comunicador Hart y verificar la comunicación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Registrar valores instantáneos de presión (Tabla 01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 En el caso del Spool de Medición comunicar a centro de control para congelar la señal de Presión en el Software del AFC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.4 Verificar la entrada analógica del Transmisor, (Tabla02)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.5 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.6 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Cálidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Conectar el patrón de presión adecuado, verificar su certificado de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Aplicar presiones iguales al 0,25,50,75 y 100% del rango del transmisor (Tabla 01)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 Verificar que los valores del transmisor no superen el error máximo permitido caso contrario, Calibrar (Tabla 04)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 Normalizar el instrumento y descartar fugas en los accesorios manipulados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Realizar la limpieza general del transmisor y sus accesorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 En el caso del Spool de medición descongelar la señal de Presión en el Software del AFC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.7 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Cálidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN.

DATOS DEL INSTRUMENTO

Marca	
Modelo	
N° de serie	
TAG	
Rango	Barg

DATOS DEL PATRÓN

Marca	
Modelo	
N° de serie	
Rango	Barg
Fecha de calibración	/ /

6.- PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

Tabla 01

COMPARACIÓN SEÑALES INSTANTANEAS

Hand Held		Panel View		Panel View - Hand Held		Error Relativo	
barg	mA	barg	mA	barg	mA	barg	mA

Tabla 02

ENTRADA ANALÓGICAS

Señal mA	Valor Teórico	Panel View	Error
4 mA			
8 mA			
12 mA			
16 mA			
20 mA			

Valor del Esp

Error Máximo

Error Máximo

¿Requiere

valor del span

Permitido

Encontrado

Calibración?

ANEXO 20

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE TEMPERATURA TT (F-MAN-004)



MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE TEMPERATURA - TT

1. DATOS GENERALES

ERP /ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____ RECINTO: _____ FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO ANUAL SEMESTRAL CORRECTIVO HORA INICIO _____

Técnicos: Nombre _____ HORA FINAL _____
 Apellido _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del transmisor, libre de corrosión, pintado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar carcasa. Herméticamente sellada, limpia, ajustada y sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar el buen estado de la soportería y pernería, libres de corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el conduit, mangueras y cableado ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 Verificar voltaje de entrada entre 10.5-36 vdc. <input type="checkbox"/> Vdc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar el estado del sensor. Sin dobleces, limpio, con hilos en buen estado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.8 Verificar el Ohmiaje del sensor de temperatura, registrar. <input type="checkbox"/> Ω	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.9 Verificar el TAG del transmisor que corresponda con el SCADA, Clara y completa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.10 Verificar el estado del termopozo, sin abolladuras, espárragos, sin corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.11 Verificar que el indicador de temperatura se encuentra en buen estado. <input type="checkbox"/> °C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Conectar un comunicador Hart y verificar la comunicación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Realizar una comparación de señal instantánea de temperatura, (Tabla 01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 En el caso del Spool de Medición comunicar a centro de control antes de congelar la señal de Temperatura en el Software del AFC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.4 Verificar la entrada analógica del Transmisor, (Tabla02).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.5 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.6 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Conectar el patrón de temperatura adecuado, verificar su certificado de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Aplicar temperaturas iguales al 0, 50 y 100% del rango del transmisor (Tabla 04).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 Verificar que los valores del transmisor no superen el error máximo permitido caso contrario, Calibrar (Tabla 05).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 Ante de normalizar el sensor de temperatura registra sus datos (Tabla 03).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Normalizar el instrumento y descartar daño en el sensor y transmisor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 En el caso del Spool de medición descongelar la señal de temperatura en el AFC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.7 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN.

Marca	
Modelo	
N° de serie	
TAG	
Rango	° C

Marca	
Modelo	
N° de serie	
Rango	° C
Fecha de calibración	/ /

6.- PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

Tabla 01

COMPARACIÓN SEÑALES INSTANTANEAS

Hand Held		Panel View		Panel View - Hand Held		Error Relativo	
°C	mA	°C	mA	°C	mA	°C	mA

Tabla 02

ENTRADA ANALÓGICAS

Señal mA	Valor Teórico	Valor Real	Error
4 mA			
8 mA			
12 mA			
16 mA			
20 mA			

ANEXO 21

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE TRANSMISOR DE NIVEL LS (F-MAN-005)



MANTENIMIENTO DE SENSORES DE NIVEL - LS

1. DATOS GENERALES

ERP /ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____ RECINTO _____ FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO ANUAL SEMESTRAL CORRECTIVO HORA INICIO _____

Técnicos: Nombre

 Apellido

 HORA FINAL _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del switch de nivel, libre de corrosión y daño mecánico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar conduit, manguera y cableado. Ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar carcasa. Herméticamente sellada, limpia, ajustada sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el estado de la boya, cánula y accesorios, sin corrosión ni daño mecánico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar soporte y accesorios de sujeción. Libre de corrosión, pintado y fijado correctamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 En el caso de tener canaleta limpia y libre de desperdicios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar el TAG del sensor que corresponda con el SCADA, Clara y completa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Consultar a centro de control el estado actual del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Consultar a centro de control el estado actual del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Realizar la prueba de histéresis (Tabla 01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 Registrar el voltaje de alimentación. <input type="text"/> Vdc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Verificar que la señal cambie de estado en el modulo de entradas discretas del PLC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 Registrar la dirección de la señal en el modulo de entradas discretas. <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.7 Verificar en el Panel View el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.8 Limpieza general del instrumento y accesorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.9 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN.

DATOS DEL SENSOR

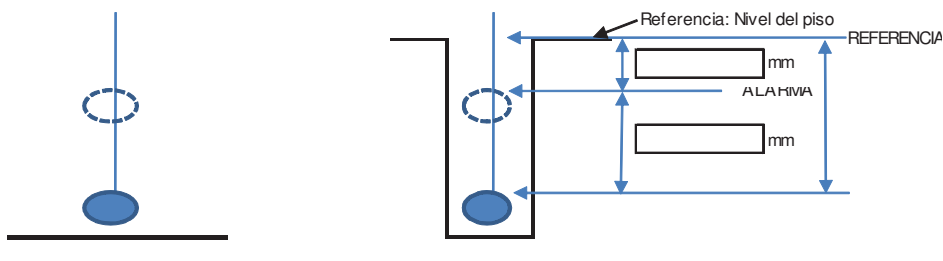
Marca	
N° de serie	
TAG	

6. PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Tabla 01

NÚMERO DE PRUEBAS	DISTANCIA DE SENSADO (DE ON a OFF)	CORRIENTE (mA)	HISTÉRESIS (mm)
1			
2			
3			



7. COMENTARIOS GENERALES

Técnico
Firma:
Nombre:

Supervisor
Firma:
Nombre:

ANEXO 22

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA AT (F-MAN-006)



MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE MEZCLA EXPLOSIVA - AT

1. DATOS GENERALES

ERP /ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____ RECINTO _____ FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO ANUAL SEMESTRAL CORRECTIVO HORA INICIO _____

Técnicos: Nombre _____ HORA FINAL _____

Apellido _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del transmisor, libre de corrosión, pintado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar carcasa. Herméticamente sellada, limpia, ajustada y sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar el buen estado de la soportería y pernería, libres de corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el conduit, mangueras y cableado ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 Verificar voltaje de entrada entre 10.5-36 vdc. <input type="text"/> Vdc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar el estado del sensor, limpio y sin daño mecánico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.8 Verificar el TAG del transmisor que corresponda con el SCADA, Clara y completa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Registrar el valor instantáneo del transmisor de mezcla explosiva <input type="text"/> %LEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Conectar el gas patrón de % LEL adecuado, verificar su certificado de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Aplicar % LEL iguales al 0, y 50 %LEL del rango del transmisor (Tabla 01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 El gas patrón debe ser regulado como máximo a 0.5 psi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 El suministro de gas por prueba no debe ser menor a 20 segundos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Verificar que los valores del transmisor no superen el error máximo permitido caso contrario, Calibrar (Tabla 05).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 De presentarse un problema en el transmisor registrar el n° de defecto y solicitar el cambio de sensor, tarjeta de display o tarjeta fuente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.7 Verificar que en el display se muestre el gas de censado (CH4, %LEL).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.8 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN

DATOS DEL INSTRUMENTO				DATOS DEL PATRON			
Marca				Marca			
Modelo				Modelo			
N° de serie				N° de serie			
TAG				Composición			%LEL
Rango			%LEL	Fecha de calibración	/	/	

7.- PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

Valor del Span Error Máximo Permitido Error Máximo Encontrado ¿Requiere Calibración?

Tabla 01

PATRÓN		TRANSMISOR	PANEL VIEW	PANEL VIEW - PATRÓN	TX - PATRÓN
%	%LEL	%LEL	%LEL	%LEL	%LEL
0%	0%				
100%	50%				
0%	0%				

Tabla 02

PATRÓN		TRANSMISOR	PANEL VIEW	PANEL VIEW - PATRÓN	TX - PATRÓN
%	%LEL	%LEL	%LEL	%LEL	%LEL
0%	0%				
100%	50%				
0%	0%				

8. COMENTARIOS GENERALES

Técnico
Firma:
Nombre:

Supervisor
Firma:
Nombre:

ANEXO 23

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE DETECTOR DE FLAMA BT (F-MAN-007)



MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DETECTORES DE FLAMA - BT

1. DATOS GENERALES

ERP / ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____

RECINTO: _____

FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO

ANUAL SEMESTRAL CORRECTIVO

HORA INICIO _____

Técnicos:

Nombre

Apellido

HORA FINAL _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del transmisor, libre de corrosión, pintado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar carcasa. Herméticamente sellada, limpia, ajustada y sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar el buen estado del soporte y pernos, libres de corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el conduit, mangueras y cableado ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 Verificar voltaje de entrada entre 10.5-36 vdc. <input type="text"/> Vdc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados. (tabla 01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.8 Verificar el TAG del transmisor que corresponda con el SCADA, Clara y completa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Consultar a centro de control el estado actual del instrumento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Simular al transmisor de flama con el generador de IR3 adecuado, verificar su certificado de calibración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Aplicar sobre el lente del transmisor la luz IR3 a una distancia no menor a 3 metros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 La luz IR3 debe ser aplicada al lente por un tiempo no menor de 5 segundos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 Verificar las variaciones de la corriente. Registrarlas (Tabla 02).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Verificar la acción del relé y la acción de sus contactos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 Limpieza general del instrumentos y accesorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.7 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda		SI <input type="checkbox"/> %	NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN.

DATOS DEL INSTRUMENTO

Marca	
Modelo	
N° de serie	
TAG	

DATOS DEL PATRON

Marca	
Modelo	
N° de serie	
Fecha de calibración	/ /

6.- PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

VERIFICACIÓN DE BORNERAS EN EL TRANSMISOR DETECTOR DE FLAMA

Tabla 01

BORNES Tx	TRANSMISOR		RÓTULO	DESCRIPCIÓN
	CONECTADO	NO CONECTADO		
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabla 02

BORNES Tx	TRANSMISOR		RÓTULO	DESCRIPCIÓN
	CONECTADO	NO CONECTADO		
7				
8				
9				
10				
11				
12				

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CON EL SIMULADOR DE FUEGO

COMPONENTE DEL TRANSMISOR	ACTIVACIONES	NOTAS	DURANTE LA PRUEBA		
			SI	NO	NA
4 -20 mA	15 mA	RETORNA A 5 mA			
RELÉ DE ALARMA	ACTIVADO	RETORNA A NORMAL			
RELÉ AUXILIAR	ACTIVADO	RETORNA A NORMAL			
RELÉ DE FALLO	ACTIVO DURANTE LA PRUEBA				
LED	LED, ESTABLE				

7. COMENTARIOS GENERALES

Técnico
Firma:
Nombre:

Supervisor
Firma:
Nombre:

ANEXO 24

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE DETECTORES DE HUMO MT (F-MAN-008)



MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DETECTORES DE HUMO - MT

1. DATOS GENERALES

ERP / ERM / CITY GATE: _____

N° ORDEN DE TRABAJO _____

RECINTO: _____

FECHA _____

TIPO DE MANTENIMIENTO

ANUAL SEMESTRAL CORRECTIVO

HORA INICIO _____

Técnicos:

Nombre

Apellido

HORA FINAL _____

2. INSPECCIÓN OPERATIVA: INSTALACIÓN

	SI / NO / NA	Estado Inicial		Estado Final		Observaciones
2.1 Verificar estado general del transmisor y el sensor, libre de corrosión, pintado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.2 Verificar carcasa. Herméticamente sellada, limpia, ajustada y sin humedad interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.3 Verificar el buen estado del soporte y pernos, libres de corrosión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.4 Verificar el conduit, mangueras y cableado ordenado, fijo y apretado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.5 Verificar bornes de conexión, limpios, apretados e identificados (Tabla 01 y 02).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.6 Verificar voltaje de entrada entre 10.5-36 vdc. <input type="text"/> Vdc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
2.7 Verificar el TAG del transmisor que corresponda con el SCADA, Clara y completa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

3. INSPECCIÓN OPERATIVA: COMUNICACIÓN

3.1 Consultar a centro de control el estado actual del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.2 Verificar que el instrumento se encuentre integrado al Panel View y SCADA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
3.3 Verificar el buen estado de los cables de instrumentación que llegan al RTU, limpios, apretados y bien identificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

4. INSPECCIÓN OPERATIVA: VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Realizar la simulación de humo con el spray de prueba.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.2 Verificar en el display del transmisor el cambio de estado de CLEAR a SMOKE.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.3 Verificar las variaciones de la corriente. Registrarlas (Tabla 03).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.4 Verificar la acción del relé y la acción de sus contactos en el Panel View.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.5 Limpieza general del instrumentos y accesorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
4.6 Consultar a centro de control el correcto funcionamiento del instrumento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> M	
Llenado por la concesionaria Calidda	SI <input type="checkbox"/> % NO <input type="checkbox"/> %	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	

5. REGISTRO DE DATOS DEL INSTRUMENTO Y PATRÓN.

DATOS DEL INSTRUMENTO

Marca	
Modelo	
N° de serie	
TAG	

DATOS DEL PATRON

Marca	
Modelo	
N° de serie	
Fecha de calibración	/ /

6.- PRUEBAS DE CONTRASTE Y CALIBRACIÓN

VERIFICACIÓN DE BORNERAS EN EL TRANSMISOR DETECTOR DE HUMO

Tabla 01**TERMINALES DEL CONTROLADOR**

BORNERA	SEÑAL	CONECTADO		ETIQUETA	OBSERVACIONES
		SI	NO		
1	RST				
2	+24 V				
3	COM				
4	4 - 20 mA				
5	+VISO				
JUMPER	1 CON 2		2 CON 3		

Tabla 02**TERMINALES PARA EL SENSOR**

BORNERA	SEÑAL	CONECTADO		ETIQUETA	OBSERVACIONES
		SI	NO		
1	WHITE				
2	BLUE				
3	RED				
4	BLACK				
5	SHIELD				
JUMPER	1 CON 2		2 CON 3		

ANEXO 25

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE INDICADORES DE PRESIÓN PI (F-MAN-009)



Mantenimiento de Indicadores de Presión - PI

1. DATOS DE LA ESTACIÓN (Semestral / Anual)

RECINTO:		FECHA:	
ESTACIÓN:		SISTEMA:	
RESPONSABLE:		O.T. N°	

2. CONDICIONES OPERATIVAS (Semestral / Anual)

2.1. Hora inicio: h 2.2. Hora final: h 2.3. Presión de línea: barg 2.4. Temperatura gas °C

3. INSTRUMENTOS (Semestral / Anual)

DATOS DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA				DATOS DEL INSTRUMENTO PATRÓN			
Marca:				Marca:			
Modelo-Suf.				Modelo:			
N° Serie:				N° Serie:			
TAG:				Rango:			barg
Rango:			Barg	Fecha Calib.:			

4. GENERALES (Semestral / Anual)

	SI	NO	NA		SI	NO	SI	NO
4.1. Se elaboró el ATS en el lugar de trabajo?								
4.2. Se cuentan con los procedimientos de altura, espacio confinado?								
4.3. Monitoreo del LEL=0%, hasta el término de los trabajos?								
4.4. Se revisó el estado de extintores?				Fecha			Cuenta con gabinete?	
4.5. Se revisaron los carteles de señalización?							Luna rota	
4.6. Se realizó la limpieza del área de trabajo?								

5. TRANSMISOR DE PRESIÓN (Semestral / Anual)

	SI	NO	NA
5.1. Inspeccionar visualmente el estado del sensor, registrar			
5.2. Descartar presencia de corrosión en el manifold.			
5.3. Registrar los valores instantáneos de presión			
5.4. Retirar el indicador, realizarle la limpieza.			
5.5. Revisar el nivel de glicerina, reponer si es necesario			
5.6. Verificar el estado de la aguja indicadora.			
5.7. Verificar que la pantalla se encuentre limpio y visible.			
5.8. Inspeccionar el estado de la conexión al proceso.			
5.9. Verificar la calibración utilizando un equipo patrón (tabla 01).			
5.10. Requiere calibración (tabla 02)			
5.11. Llenar el formato de cambio de equipo si el sensor se encuentra fallado.			
5.12. Reponer el sensor, colocarle el estiquer de calibrado.			

RANGO	ERROR MÁXIMO

Tabla 01

Tabla 02

%	IDEAL	PATRÓN	INDICADOR	ERROR
0%				
25%				
50%				
75%				
100%				
75%				
50%				
25%				
0%				

%	IDEAL	PATRÓN	INDICADOR	ERROR
0%				
25%				
50%				
75%				
100%				
75%				
50%				
25%				
0%				

7. OBSERVACIONES:

SUPERVISOR

FIRMA:
NOMBRE:

TÉCNICO

FIRMA:
NOMBRE:

ANEXO 26

FORMATO DE MANTENIMIENTO DE INDICADORES DE TEMPERATURA TI (F-MAN-010)



Mantenimiento de Indicadores de Temperatura - TI

1. DATOS DE LA ESTACIÓN (Semestral / Anual)

RECINTO:		FECHA:	
ESTACIÓN:		SISTEMA:	
RESPONSABLE:		O.T. N°	

2. CONDICIONES OPERATIVAS (Semestral / Anual)

2.1. Hora inicio: h 2.2. Hora final: h 2.3. Presión de línea: barg 2.4. Temperatura gas °C

3. INSTRUMENTOS (Semestral / Anual)

DATOS DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA		DATOS DEL INSTRUMENTO PATRÓN	
Marca:		Marca:	
Modelo-Suf.		Modelo:	
N° Serie:		N° Serie:	
TAG:		Rango:	°C
Rango:	°C	Fecha Calib.:	

4. GENERALES (Semestral / Anual)

		SI	NO		SI	NO
4.2. Se elaboró el ATS en el lugar de trabajo?						
4.3. Se cuentan con los procedimientos de altura, espacio confinado?						
4.4. Monitoreo del LEL=0%, hasta el término de los trabajos?				Fecha	Cuenta con gabinete?	Luna rota
4.5. Se revisó el estado de extintores?						
4.6. Se revisaron los carteles de señalización?						
4.7. Se realizó la limpieza del área de trabajo?						

5. TRANSMISOR DE TEMPERATURA (Semestral / Anual)

		SI	NO
5.1. Inspeccionar visualmente el estado del Indicador, registrar			
5.2. Descartar presencia de corrosión en el cuerpo del sensor.			
5.3. Descartar presencia de corrosión en el cuerpo del termopozo y pernería.			
5.4. Retirar el indicador, realizarle la limpieza.			
5.5. Revisar el nivel de glicerina, reponer si es necesario			
5.6. Registrar la medida del sensor "U"			
5.7. Verificar el estado de la aguja indicadora.			
5.8. Verificar que la pantalla se encuentre limpio y visible.			
5.9. Registrar las características del termopozo.			
5.10. Verificar la calibración utilizando un equipo patrón (tabla 01).			
5.11. Llenar el formato de cambio de equipo si el sensor se encuentra fallado.			
5.12. Reponer el sensor, colocarle el estiquer de calibrado.			

TABLA 01

%	IDEAL	PATRON	INDICADOR	ERROR
0%				
50%				
100%				
50%				
0%				

RANGO

ERROR MÁXIMO

7. OBSERVACIONES:

SUPERVISOR
FIRMA:
NOMBRE:
TÉCNICO
FIRMA:
NOMBRE:

ANEXO 27

**FORMATO DE MANTENIMIENTO DE
VÁLVULAS DE ALIVIO**

(F-MAN-011)



MANTENIMIENTO DE VALVULA DE ALIVIO

1. DATOS GENERALES

AREA: _____ FECHA: _____
 LUGAR: _____ HORA: _____
 ESTACIÓN: _____ SISTEMA: _____
 RESPONSABLE: _____ N° OT: _____

2. ACTIVIDADES PREVIAS

	SI / NO	ESTADO	OBSERVACIONES
2.1 Dar aviso a la Sala de Control.	<input type="checkbox"/>	_____	_____
2.2 Monitorear el ambiente constantemente y registrar el atmósfera con un IGC. (% LEL)	<input type="checkbox"/>	_____	_____

3. GENERALES

3.1 Verificar y Controlar fugas en toda la Instalación	<input type="checkbox"/>	_____	_____
3.2 Verificar la conexión puesta a tierra de la instalación	<input type="checkbox"/>	_____	_____
3.3 Inspeccionar el estado general de la estructuras metálicas y loza de concreto	<input type="checkbox"/>	_____	_____

4. INSPECCION OPERATIVA - VALVULA DE SEGURIDAD POR ALIVIO

4.1 Verificar la posición inicial de las válvulas de bloqueo manuales de entrada a válvula de alivio.	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.2 Desmontar y verificar la correcta operación de las válvulas de seguridad por alivio (*)	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.3 Realizar limpieza, lubricación e inspección de partes internas de la válvula de seguridad por alivio	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.4 Realizar limpieza, lubricación e inspección de ajuste de pernos y tuercas de bridas	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.5 Inspeccionar el estado general de recubrimiento	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.6 Verificar la hermeticidad, engrase del mecanismo de las válvulas de entrada al alivio.	<input type="checkbox"/>	_____	_____
4.7 Verificar la presión de operación. De ser necesario realizar la recalibración a los valores deseados.	<input type="checkbox"/>	_____	_____
P de Apertura <input type="text"/> barg	<input type="checkbox"/>	_____	_____
P de Venteo <input type="text"/> barg	<input type="checkbox"/>	_____	_____
P de Recierre <input type="text"/> barg	<input type="checkbox"/>	_____	_____

5. OTRAS ACTIVIDADES

5.1 Realizar limpieza general	<input type="checkbox"/>	_____	_____
5.2 Confirmar con Sala de Control correcto funcionamiento.	<input type="checkbox"/>	_____	_____

6. COMENTARIOS GENERALES

(*) Estas actividades serán realizadas solo una vez al año

7. RECURSOS UTILIZADOS

Personal: _____ Fecha y hora de inicio: _____

 _____ Fecha y hora de fin: _____

Técnico
Firma: _____
Nombre: _____

Supervisor
Firma: _____
Nombre: _____

Tiempo empleado

ANEXO 28

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

(S-MAN-001)



Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural

Versión: 01

Código: S-MAN-001

1	OBJETIVO
1.1	Establecer las pautas generales para la realización de las actividades de mantenimiento del Sistema de Calentamiento de Gas Natural presente en las Estaciones del Sistema de Distribución, así como brindar soporte para la rápida localización de los documentos asociados (procedimientos, formatos, instructivos).
2	ALCANCE
2.1	Esta guía contempla a los Sistemas de Calentamiento de Gas Natural presentes en las Estaciones del Sistema de Distribución en operación y está dirigido a los miembros de la empresa y sus contratistas vinculados al proceso de Mantenimiento (servicios externos).
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO
3.1	Supervisor de Mantenimiento de Estaciones
3.2	Técnico de Mantenimiento de Estaciones
4	DEFINICIONES
4.1	Refiérase a las definiciones detalladas en los documentos asociados y de soporte.
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.1	Contrato de Concesión (Contrato Boot)
5.2	Decreto Supremo N° 040-2008-EM, TUO del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado mediante DS 042-99-EM.
5.3	Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería Osinergmin N° 289-2015-OS-CD
5.4	Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería Osinergmin N° 029-2016-OS-CD
5.5	Estudio de Impacto Ambiental – Cálidda
6	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS
6.1	<p>Roles</p> <ul style="list-style-type: none"> Supervisor de Mantenimiento de Estaciones: Controla, supervisa y coordina la ejecución de las actividades de mantenimiento de las Estaciones de Regulación y Medición. Asimismo, es responsable de revisar las métricas de gestión publicadas con el objeto de proponer acciones correctivas, de mejora y variaciones al proceso. Técnico de Mantenimiento de Estaciones: Ejecuta las actividades de mantenimiento de las Estaciones de Regulación y Medición conforme a los requerimientos de las normativas vigentes y códigos aplicables.
6.2	<p>Seguridad</p> <p>Respecto de las disposiciones específicas de seguridad a considerar en las actividades de mantenimiento, se deberá tomar como referencia las disposiciones y reglas de seguridad vigentes así como lo estipulado en las normas de seguridad y salud ocupacional de Cálidda. Asimismo, cada procedimiento podrá contener disposiciones o recomendaciones específicas de manera enunciativa mas no limitativa respecto de temas como los siguientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificaciones de peligros, valoración y control de riesgos. Gestión y manejo de residuos

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrucion de Gas Natural en Lima y Callao

- Permisos para trabajos en frio y en caliente
- Permiso para trabajos en altura
- Permiso de trabajo para espacio confinados
- Equipo de protección personal (EPP)
- Riesgos, investigación y análisis de incidentes.

6.3 Gestión Ambiental

Respecto de las disposiciones específicas de seguridad a considerar en las actividades de mantenimiento, se deberá tomar como referencia la normativa medioambiente vigente. Así mismo, cada procedimiento podrá contener disposiciones o recomendaciones específicas de manera enunciativa mas no limitativa respecto de temas como los siguientes:

- Gestión y manejo de residuos

6.4 Estructura documentaria

La codificación de los procedimientos, instructivos, formatos y guías, deberá respetar un orden correlativo, la cual consta de 3 letras que describen al tipo de documento, seguido de 3 dígitos numéricos correlativos.

Para una mejor organización de los documentos, estos se han agrupado en secciones de procedimientos cuyo objeto de los mismos tienen características comunes basadas en la categoría de mantenimiento. A continuación, se detallan todos los documentos para mantener el Sistema de Calentamiento del Gas Natural presente en las Estaciones de Regulación y Medición del Sistema de Distribución de Lima y Callao:

CODIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO
P-MAN-001	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Anual de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-002	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Semestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-003	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento Bimestral de los Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
P-MAN-004	Procedimiento	Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao
F-MAN-001	Formato	Plan de Mantenimiento Integral – Sistema de Calentamiento de Gas Natural
F-MAN-002	Formato	Formato de Mantenimiento de Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución
F-MAN-003	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Presión PIT
F-MAN-004	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisores de Temperatura TT
F-MAN-005	Formato	Formato de Mantenimiento de Transmisor de Nivel LS
F-MAN-006	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Mezcla Explosiva AT
F-MAN-007	Formato	Formato de Mantenimiento de Detector de Flama BT
F-MAN-008	Formato	Formato de Mantenimiento de Detectores de Humo MT
F-MAN-009	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Presión PI
F-MAN-010	Formato	Formato de Mantenimiento de Indicadores de Temperatura TI
F-MAN-011	Formato	Formato de Mantenimiento de Válvulas de Alivio
I-MAN-001	Instructivo	Instructivo de Operación de Sistemas de Calentamiento
S-MAN-001	Guía	Guía de Mantenimiento para Sistemas de Calentamiento del Sistema de Distribución de Gas Natural

Procedimiento de Mantenimiento de Instrumentos del Sistema de Distrucion de Gas Natural en Lima y Callao

6.5	Consideraciones <ul style="list-style-type: none">• Aquellos equipos que, por su intervención en el proceso, y que así sean definidos, deberán contar con certificado de calibración vigente. En particular, se debe verificar que el detector o Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente.• Se debe verificar que antes de iniciar los trabajos, el personal técnico ejecutor cuente con el equipo completo de seguridad aplicable, el cual podrá constar de lentes protectores, casco, uniforme de trabajo, zapatos con punta de acero, tapones auditivos, mascarillas y guantes.	
7	DESARROLLO	
ÍTEM	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
7.1	N/A	N/A
8	REGISTROS	
8.1	N/A	
9	ANEXO	
9.1	N/A	