

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**SEGURIDAD INDUSTRIAL EN CALDEROS PIROTUBULARES Y
DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS, PARA LA SALA DE
CALDEROS DEL HOSPITAL ONCOLÓGICO DE SOLCA SOLÓN
ESPINOSA AYALA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

**ALEXANDER FABIÁN LOYA RIVERA
ESTEBAN SEBASTIÁN MONTOYA OÑA**

DIRECTOR: DR. MIGUEL LANDÍVAR

Quito, Febrero 2007

DECLARACIÓN

Nosotros, Alexander Fabián Loya Rivera y Esteban Sebastián Montoya Oña declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexander Loya Rivera

Esteban Montoya Oña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexander Fabián Loya Rivera y Esteban Sebastián Montoya Oña bajo mi supervisión.

Dr. Miguel Landívar

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Miguel Landívar, quien durante estos meses nos ha dirigido y orientado para la elaboración de este proyecto.

Un profundo agradecimiento a mi primo ingeniero Jorge Oña, por su valioso apoyo para la realización de la presente obra.

Esteban

Al Doctor Miguel Landívar por su valiosa colaboración para la realización del presente proyecto de titulación.

Al Hospital Oncológico Solón Espinosa Ayala por facilitarnos el estudio en sus instalaciones de la sala de calderos y en especial al Señor Ingeniero Ulises Ron Jefe de Mantenimiento.

Al Ingeniero José Polanco por la ayuda que nos aportó y a todos quienes hicieron posible la realización de la presente obra.

Alexander

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres y hermanos que en todo momento estuvieron juntos a mí,
con su incansable labor y consejos forjaron un profesional.

Esteban

A Dios por permitir que mi familia este unida en todo momento.
A mis padres quienes con su esfuerzo y dedicación hicieron posible la
culminación de mi vida estudiantil.
A mis hermanos por todo su apoyo incondicional.

Alexander

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

PARTE I. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	1
1.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL	1
1.2 HIGIENE INDUSTRIAL	1
1.2.1 OBJETIVO	1
1.3 TÉCNICAS DE SEGURIDAD	2
1.3.1 TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	2
1.3.2 TÉCNICAS OPERATIVAS.....	4
1.3.2.1 Técnicas de concepción.....	4
1.3.2.2 Técnicas de corrección	4
1.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	5
1.4.1 MAPA DE RIESGOS.....	5
1.5 TIPOS DE RIESGOS	6
1.5.1 RIESGOS FÍSICOS.....	6
1.5.2 RIESGOS QUÍMICOS.....	6
1.5.3 RIESGOS MECÁNICOS	6
1.5.4 RIESGOS BIOLÓGICOS	6
1.5.5 RIESGOS ERGONÓMICOS	7
PARTE II. CALDEROS INDUSTRIALES	8
1.6 DEFINICIÓN DE CALDERO	8
1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS CALDEROS DE VAPOR.....	8
1.8 PRINCIPALES TIPOS DE CALDEROS	10
1.8.1 CALDEROS PIROTUBULARES	10
1.8.1.1 Caldero pirotubular vertical.....	13
1.8.2 CALDEROS ACUOTUBULARES	13
1.9 ACCESORIOS QUE INTEGRAN UN CALDERO	16
1.10 QUEMADORES	18
1.10.1 QUEMADORES ATMOSFÉRICOS	18
1.10.2 QUEMADORES MECÁNICOS	19
PARTE III. INSTALACIONES FIJAS CONTRA INCENDIOS.....	20
1.11 QUÍMICA DEL FUEGO	20
1.11.1 DEFINICIÓN DE FUEGO.....	20
1.11.2 ELEMENTOS DEL FUEGO	20
1.11.2.1 Combustible.....	20
1.11.2.2 Comburente	21
1.11.2.3 Energía de activación.....	21
1.11.2.4 Reacción en cadena	21
1.12 CLASES DE FUEGO.....	21
1.13 MECANISMOS DE EXTINCIÓN	22
1.13.1 ELIMINACIÓN	22
1.13.2 SOFOCACIÓN.....	22
1.13.3 ENFRIAMIENTO	23
1.13.4 INHIBICIÓN	23

1.14 AGENTES DE EXTINCIÓN.....	24
1.14.1 AGUA.....	24
1.14.2 DIÓXIDO DE CARBONO	24
1.14.3 POLVO QUÍMICO SECO	25
1.14.4 GASES INERTES	25
1.14.5 ESPUMA.....	26
1.15 SISTEMAS FIJOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	28
1.15.1 SISTEMA DE ROCIADORES DE AGUA	29
1.15.2 SISTEMA DE PULVERIZACIÓN DE AGUA.....	30
1.15.3 SISTEMAS DE DIÓXIDO DE CARBONO	30
1.15.4 SISTEMA DE POLVO QUÍMICO SECO.....	31
1.15.5 SISTEMA DE ESPUMA	31

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA SALA DE CALDEROS DE "SOLCA"

2.1 INTRODUCCIÓN.....	37
2.2 SALA DE CALDEROS	37
2.3 SISTEMA DE VAPOR	38
2.3.1 CALDERO	38
2.3.2. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	40
2.3.2.1 Control de bajo nivel de agua.....	40
2.3.2.2 Control de presión	41
2.3.2.3 Control de seguridad.....	42
2.3.3 OTROS INSTRUMENTOS	42
2.3.3.1 Manómetro	42
2.3.3.2 Termómetro	42
2.3.3.3 Visor de nivel	42
2.3.4 CABEZAL DISTRIBUIDOR	43
2.4 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	44
2.4.1 QUEMADOR.....	45
2.4.2 GAS LICUADO DE PETRÓLEO	46
2.4.3 TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE	47
2.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA	48
2.5.1 TRATAMIENTO DE AGUA	50
2.6 SISTEMA DE CONDENSADO Y PURGAS	51
2.6.1 TANQUE DE RETORNO DE CONDENSADO.....	52
2.7 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN	53
2.7.1 INTERCAMBIADOR DE CALEFACCIÓN.....	53
2.7.2 TANQUE DE EXPANSIÓN DE CALEFACCIÓN	54
2.8 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA EL HOSPITAL.....	55
2.8.1 TANQUES DE AGUA CALIENTE	55
2.9 SISTEMA DE AGUA HELADA.....	56
2.9.1 TANQUE DE EXPANSIÓN DE AGUA HELADA	57
2.10 SISTEMA CONTRA INCENDIOS	58
2.10.1 BOMBA PRINCIPAL.....	58
2.10.2 BOMBA JOCKEY	58
2.10.3 MOTOR DIESEL	59

CAPÍTULO 3

INSPECCIONES DE SEGURIDAD Y EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

3.1 INTRODUCCIÓN.....	60
3.2 ANTECEDENTES	60
3.3 INSPECCIONES DE SEGURIDAD	61
3.4 INSPECCIÓN DE DIMENSIONES Y SUPERFICIE DE TRABAJO	61
3.4.1 SUPERFICIE DE TRABAJO	61
3.4.2 DIMENSIONES	61
3.5 INSPECCIÓN DE ORDEN, ASEO Y LIMPIEZA	63
3.6 INSPECCIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	63
3.6.1 INSPECCIÓN DE EXTINTORES.....	65
3.7 INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP).....	65
3.8 INSPECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	66
3.9 INSPECCIÓN DE TANQUES DE COMBUSTIBLE	67
3.10 INSPECCIÓN DE SEÑALIZACIÓN	68
3.11 EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA SALA DE CALDEROS..	69
3.12 CRITERIOS SEGUIDOS EN LA EVALUACIÓN	69
3.13 ANÁLISIS DEL RIESGO.....	69
3.13.1 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	70
3.13.2 ESTIMACIÓN DEL RIESGO	70
3.13.2.1 Severidad del daño	70
3.13.2.2 Probabilidad de que ocurra el daño	71
3.14 VALORACIÓN DE RIESGOS.....	71
3.15 FICHAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	72
3.15.1 SALA DE CALDEROS	73
3.15.2 SISTEMA DE VAPOR	74
3.15.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	76
3.15.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA	77
3.15.5 SISTEMA DE CONDENSADO Y PURGAS	78
3.15.6 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN	79
3.15.7 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA EL HOSPITAL.....	80
3.15.8 SISTEMA DE AGUA HELADA.....	81
3.15.9 SISTEMA CONTRA INCENDIOS	81
3.15.10 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN	82
3.16 ACTIVIDAD PREVENTIVA.....	83
3.17 MAPA DE RIESGOS.....	83

CAPÍTULO 4

CONTROLES EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

4.1	NORMATIVA.....	84
4.1.1	NORMAS ECUATORIANAS	84
4.1.2	NORMAS EXTRANJERAS	84
4.2	ORDEN, ASEO Y LIMPIEZA	85
4.2.1	RECOMENDACIONES	85
4.3	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	86
4.3.1	ELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	86
4.3.2	RECOMENDACIONES	87
4.3.3	NORMAS GENERALES DE USO	89
4.4	SEÑALIZACIÓN.....	89
4.4.1	SIMBOLOGÍA	91
4.4.2	RECOMENDACIONES	92
4.5	IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS QUE TRANSPORTAN FLUIDOS.....	93
4.5.1	IDENTIFICACIÓN DEL FLUIDO	93
4.5.2	RÓTULOS PARA IDENTIFICACIÓN DE FLUIDOS.....	94
4.5.3	DIRECCIÓN DEL FLUJO.....	95
4.5.4	RECOMENDACIONES	96
4.6	TANQUES DE COMBUSTIBLE	96
4.6.1	SITUACIÓN ACTUAL SOBRE ALMACENAMIENTO DEL DIESEL.....	98
4.6.1.1	Recomendaciones sobre descarga	99
4.6.1.2	Recomendaciones sobre almacenamiento	100
4.6.1.3	Recomendaciones sobre etiquetado.....	100
4.6.2	SITUACIÓN ACTUAL SOBRE ALMACENAMIENTO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO	101
4.6.2.1	Recomendaciones sobre almacenamiento	103
4.6.2.2	Recomendaciones en caso de fuga	103
4.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	104
4.7.1	RECOMENDACIONES	104
4.8	DIMENSIONES Y SUPERFICIE DE TRABAJO	106
4.8.1	DIMENSIONES	106
4.8.1.1	Situación Actual	107
4.8.1.2	Recomendaciones	107
4.8.2	SUPERFICIES DE TRABAJO	107
4.9	SISTEMA CONTRA INCENDIOS	108
4.9.1	EFFECTIVIDAD DEL AGENTE EXTINTOR.....	108
4.9.2	ALTURA PROMEDIO DEL SUELO	109
4.9.3	UBICACIÓN Y NÚMERO.....	109
4.9.4	TIPO DE EXTINTOR.....	110
4.10	DEFENSAS CONTRA INCENDIO	111
4.10.1	SITUACIÓN ACTUAL	113
4.10.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	113
4.11	ANÁLISIS DE AGUAS.....	114
4.11.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	114
	CONTROLES DE HIGIENE INDUSTRIAL	115

4.12 VENTILACIÓN	115
4.12.1 SITUACIÓN ACTUAL	118
4.12.2 CÁLCULOS	118
4.12.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
4.12.4 RECOMENDACIONES	119
4.13 ILUMINACIÓN	120
4.13.1 SITUACIÓN ACTUAL	120
4.13.2 METODOLOGÍA.....	120
4.13.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	123
4.13.4 RECOMENDACIONES	123
4.14 ESTRÉS TÉRMICO.....	124
4.14.1 METODOLOGÍA.....	126
4.14.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	127
4.14.3 RECOMENDACIONES	127
4.15 RUIDO	128
4.15.1 SITUACIÓN ACTUAL	128
4.15.2 CÁLCULOS	128
4.15.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	130
4.15.4 RECOMENDACIONES	130

CAPÍTULO 5

SEGURIDAD EN CALDEROS PIROTUBULARES

5.1 CAUSAS DE ACCIDENTES EN CALDEROS PIROTUBULARES	131
5.1.1 FISURAS EN TUBOS DE HUMO Y PLACA TUBULAR.....	132
5.1.2 FISURAS Y ROTURAS EN SOLDADURAS DE ELEMENTOS DE REFUERZO	133
5.1.3 CORROSIÓN	134
5.1.3.1 Corrosión en el lado agua	134
5.1.3.2 Corrosión en el lado fuego	134
5.1.4 DEFORMACIÓN DEL HOGAR.....	134
5.1.4.1 Deformación del hogar debido a la presión.....	135
5.1.4.2 Falta de agua en el caldero	135
5.1.4.3 Depósitos e incrustaciones en la pared del hogar	136
5.1.4.4 Mala regulación de la llama del quemador.....	136
5.1.4.5 Ausencia de circulación de agua	136
5.1.5 FISURAS EN EL HOGAR	137
5.1.5.1 Fisuras en la zona de apertura de llama.....	137
5.1.5.2 Fisuras en la zona posterior del hogar	137
5.1.6 ESCAPES EN LA UNIÓN DE LOS TUBOS DE HUMO CON LA PLACA TUBULAR	138
5.1.7 EXPLOSIÓN EN EL LADO FUEGO	138
5.1.8 OTROS RIESGOS	138
5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	139
5.3 MANEJO Y CONDUCCIÓN DEL CALDERO.....	139
5.3.1 OPERACIONES DE PREPARACIÓN DEL CALDERO	139
5.3.2 LLENADO DEL CALDERO.....	140
5.3.3 SECADO DEL CALDERO	141

5.3.4 HERVIDO DEL CALDERO	141
5.3.5 TRATAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DEL CALDERO	143
5.4 INSPECCIÓN EN CALDEROS PIROTUBULARES	144
5.4.1 INSPECTOR	144
5.4.2 INSPECCIÓN INTERNA	145
5.4.3 INSPECCIÓN EXTERNA	145
5.4.4 PRUEBA HIDROSTÁTICA	146
5.4.5 REPORTE DE INSPECCIÓN	146
5.5 MANTENIMIENTO DE CALDEROS PIROTUBULARES	146
5.5.1 MANTENIMIENTO DIARIO	147
5.5.2 MANTENIMIENTO MENSUAL	148
5.5.3 MANTENIMIENTO SEMESTRAL	150
5.5.4 MANTENIMIENTO ANUAL	150
5.6 FORMACIÓN DEL OPERADOR DEL CALDERO	151
5.7 REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL PARA CALDEROS PIROTUBULARES	153
5.7.1 OBJETIVO	153
5.7.2 CAPÍTULO I. SEGURIDAD INDUSTRIAL	153
5.7.3 CAPÍTULO II. HIGIENE INDUSTRIAL	157
5.7.4 CAPÍTULO III. FUNCIONAMIENTO DEL CALDERO	158
5.7.5 CAPÍTULO IV. OBLIGACIONES, PROHIBICIONES Y SANCIONES	164

CAPÍTULO 6

SISTEMA DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

6.1 INTRODUCCIÓN	167
6.2 OBJETIVO	167
6.3 EVACUACIÓN	167
6.3.1 VÍA DE EVACUACIÓN	167
6.4 SISTEMA DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA	168
6.5 EVALUACIÓN DE RIESGOS	168
6.5.1 SITUACIÓN Y UBICACIÓN	168
6.5.2 ACCESOS	168
6.5.2.1 Acceso al edificio	168
6.5.2.2 Acceso a la sala de calderos	169
6.5.2.3 Recomendaciones	170
6.5.3 INSTALACIONES	170
6.5.4 PUNTOS CRÍTICOS	171
6.6 MEDIOS DE PROTECCIÓN	171
6.6.1 MEDIOS TÉCNICOS	171
6.6.1.1 Medios de extinción contra incendios	172
6.6.1.2 Sistema de aviso y alarma	172
6.6.1.3 Sistema de alumbrado de emergencia	172
6.6.1.4 Equipo y material de primeros auxilios	172
6.6.2 MEDIOS HUMANOS	173
6.7 PLAN DE EMERGENCIA	173

6.7.1 SISTEMA DE MANEJO DE EMERGENCIAS EN SOLCA	173
6.7.2 ACTIVACIÓN DE LA EMERGENCIA	175
6.7.2.1 Cadena de llamadas	176
6.7.3 PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN ANTE UN INCENDIO EN LA SALA DE CALDEROS	177
6.8 PLAN DE EVACUACIÓN	179
6.8.1 SALIDAS DE EVACUACIÓN	179
6.8.1.1 Recomendaciones	179
6.8.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA	180
6.8.3 SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN	180
6.8.4 PUNTO DE REUNIÓN	180
6.8.4.1 Recomendaciones	180
6.9 EVACUACIÓN DEL EDIFICIO	181
6.10 REVISIÓN DE EXTINTORES	181
6.10.1 INSPECCIÓN DE EXTINTORES	182
6.10.2 MANTENIMIENTO DE EXTINTORES	182
6.10.3 FORMA DE UTILIZACIÓN DE UN EXTINTOR PORTATIL	183
6.11 RECOMENDACIONES SI UNA PERSONA SE ENCUENTRA ATRAPADA EN UN INCENDIO	184
6.12 RECOMENDACIONES SI UNA PERSONA ESTÁ ENVUELTA EN LLAMAS	185
6.13 REPORTE DE INCENDIO	185

CAPÍTULO 7

DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LA SALA DE CALDEROS DE "SOLCA"

7.1 INTRODUCCIÓN	186
7.2 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	187
7.3 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE DISEÑO	188
7.4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	188
7.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DISPERSIÓN DE ESPUMA	197
7.5.1 CLASE DE FUEGO A COMBATIR	197
7.5.2 GRADO DE EXPANSIÓN DE LA ESPUMA	197
7.5.3 TIPO DE CONCENTRADO DE ESPUMA	197
7.5.4 SISTEMA FIJO DE ESPUMA	197
7.6 CÁLCULO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE ROCIADORES DE LA SALA DE CALDEROS DE "SOLCA"	199
7.6.1 CÁLCULO DE TRAMOS PRINCIPALES	199
7.6.2 CAPACIDAD DEL TANQUE DE CONCENTRADO DE ESPUMA	212
7.6.3 CÁLCULO DE TRAMOS SECUNDARIOS	212
7.6.4 VOLUMEN DE AGUA REQUERIDA	216
7.6.5 SELECCIÓN DE LA BOMBA PRINCIPAL	216
7.6.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA JOCKEY	217
7.6.7 SELECCIÓN DEL PROPORCIONADOR DE ESPUMA	217

7.7 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”	218
7.7.1 SISTEMA DE DETECCIÓN	218
7.7.2 TIPOS DE DETECTORES AUTOMÁTICOS	220
7.7.2.1 Detectores de temperatura	220
7.7.2.2 Detectores de humo	223
7.7.2.3 Detectores de gases de combustión	224
7.7.2.4 Detectores de energía radiante.....	224
7.7.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE DETECTOR AUTOMÁTICO.....	226
7.7.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	227
7.7.5 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA LA SALA DE CALDEROS	229
7.7.6 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA LA SALA DE GENERADORES	231
7.7.7 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO	231
7.7.8 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA EL CUARTO DE BOMBAS	232
7.7.9 SISTEMA DE ALARMA	235
7.8 COSTOS DEL PROYECTO.....	237
7.8.1 TIEMPO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ROCIADORES	237
7.8.2 COSTOS DE MATERIALES	239
7.8.3 COSTOS DE EQUIPOS IMPORTADOS.....	241
7.8.3.1 Costos del sistema de dispersión de espuma	241
7.8.3.2 Costos de sistema de bombeo contra incendios	242
7.8.4 COSTOS DE EQUIPOS ALQUILADOS	243
7.8.5 COSTOS DEL PERSONAL	244
7.8.6 RESUMEN DE COSTOS DEL SISTEMA DE ROCIADORES.....	244
7.8.7 COSTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA	245

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES.....	246
8.2 RECOMENDACIONES	248
BIBLIOGRAFÍA	250

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Especificaciones técnicas de los calderos.....	39
Tabla 2.2 Especificaciones del control de bajo nivel de agua.....	41
Tabla 2.3 Especificaciones del presóstato operativo.....	41
Tabla 2.4 Especificaciones del presóstato de seguridad.....	41
Tabla 2.5 Especificaciones de las válvula de seguridad.....	42
Tabla 2.6 Especificaciones del quemador mecánico.....	47
Tabla 2.7 Especificaciones de las bombas de suministro de agua No.1 y 2.....	48
Tabla 2.8 Especificaciones de la bomba de suministro de agua No.3.....	48
Tabla 2.9 Especificaciones de las bombas de alimentación para los calderos.....	49
Tabla 2.10 Especificaciones de las bombas de agua caliente para calefacción.....	53
Tabla 2.11 Especificaciones del intercambiador de calefacción.....	54
Tabla 2.12 Especificaciones del tanque de expansión de calefacción.....	54
Tabla 2.13 Especificaciones de las bombas de agua helada.....	57
Tabla 2.14 Especificaciones del tanque de expansión de agua helada.....	57
Tabla 2.15 Especificaciones de bomba principal contra incendios.....	58
Tabla 2.16 Especificaciones de la bomba jockey.....	59
Tabla 3.1 Inspecciones de orden, aseo y limpieza.....	63
Tabla 3.2 Inspecciones del sistema contra incendios.....	64
Tabla 3.3 Inspecciones de extintores.....	65
Tabla 3.4 Inspecciones de equipos de protección personal.....	65
Tabla 3.5 Inspecciones de instalaciones eléctricas.....	66
Tabla 3.6 Inspecciones de tanques de combustible.....	67
Tabla 3.7 Potencial severidad del daño.....	70
Tabla 3.8 Niveles de riesgo.....	71
Tabla 3.9 Valoración del riesgo.....	72
Tabla 3.10 Resultados de la evaluación de riesgos laborales.....	82
Tabla 4.1 Recomendaciones en equipos de protección personal.....	88
Tabla 4.2 Colores de seguridad y su significado.....	91
Tabla 4.3 Recomendaciones en señalización.....	92
Tabla 4.4 Clasificación de fluidos.....	93
Tabla 4.5 Tamaño de la escritura según el diámetro de la tubería.....	94
Tabla 4.6 Recomendaciones para identificación de tuberías.....	96
Tabla 4.7 Evaluación de los grados de riesgo del diesel.....	101
Tabla 4.8 Clases de fuego en la sala de calderos de SOLCA.....	110
Tabla 4.9 Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos en locales de Riesgo Especial.....	112
Tabla 4.10 Resistencia al fuego de los muros de hormigón.....	112
Tabla 4.11 Análisis de aguas en la sala de calderos de SOLCA.....	114
Tabla 4.12 Mediciones de nivel de iluminación en la sala de calderos de SOLCA.....	121
Tabla 4.13 Valores del índice de TGBH.....	125
Tabla 4.14 Evaluación del índice TGBH en sala de calderos de SOLCA.....	126
Tabla 4.15 Mediciones de ruido en la sala de calderos de SOLCA.....	128
Tabla 4.16 Valores de presión sonora medida para ejemplo de cálculo.....	129
Tabla 4.17 Evaluación técnica de ruido en la sala de calderos de SOLCA.....	130
Tabla 5.1 Impurezas en el agua de alimentación del caldero.....	144

Tabla 5.2 Niveles sonoros máximos según el tiempo de exposición diaria	157
Tabla 6.1 Distribución de extintores en el edificio de la sala de calderos.....	172
Tabla 6.2 Número de trabajadores que laboran en el edificio de la sala de calderos.....	173
Tabla 6.3 Niveles de alerta en el Hospital de SOLCA	176
Tabla 7.1 Tiempo estimado de instalación del proyecto	237
Tabla 7.2 Costos de materiales del proyecto	239
Tabla 7.3 Costos del sistema de dispersión de espuma	241
Tabla 7.4 Costos del sistema de bombeo contra incendios	242
Tabla 7.5 Costos del equipos alquilados	243
Tabla 7.6 Costos del personal.....	244
Tabla 7.7 Resumen de costos del sistema de rociadores	244
Tabla 7.8 Resumen de costos del sistema de detección y alarma.....	245

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Caldero pirotubular de tres pasos	10
Figura 1.2 Tipos de cámara en un caldero pirotubular	12
Figura 1.3 Configuración de un caldero acuotubular	13
Figura 1.4 Caldero Acuotubular	16
Figura 1.5 Esquema de funcionamiento de un quemador atmosférico.....	18
Figura 1.6 Protección de transformadores por agua pulverizada	29
Figura 1.7 Diagrama de dióxido de carbono para inundación total.....	30
Figura 1.8 Sistema tipo venturi.....	32
Figura 1.9 Sistema proporcionador alrededor de la bomba.....	33
Figura 1.10 Sistema de presión proporcional (sin diafragma).....	34
Figura 1.11 Sistema de tanque proporcionador tipo Bladder (saco)	35
Figura 1.12 Sistema de presión proporcional balanceada	36
Figura 2.1 Distribución de máquinas y equipos en la sala de calderos de SOLCA	38
Figura 3.1 Distancias de los calderos de SOLCA con los cerramientos	62
Figura 3.2 Distancia de los calderos de SOLCA con el nivel de tubería de vapor	62
Figura 4.1 Rótulos para identificación de fluidos	95
Figura 4.2 Significado para identificación de sustancias peligrosas	97
Figura 4.3 Rombo de seguridad para identificación de los tanques de diesel.....	101
Figura 4.4 Distancias de los calderos a cerramientos.....	106
Figura 4.5 Señalización en superficies de trabajo	107
Figura 4.6 Efectividad del agente extintor	108
Figura 4.7 Tipos de ventilación en una sala de calderos	117
Figura 6.1 Acceso a la sala de calderos	169
Figura 6.2 Cadena de llamadas en caso de emergencia en SOLCA.....	177
Figura 6.3 Forma de utilización de un extintor portátil.....	184
Figura 7.1 Área de mayor demanda hidráulica de la sala de calderos de SOLCA	198
Figura 7.2 Espaciamiento de detectores de temperatura para la sala de calderos y generadores.....	233
Figura 7.3 Espaciamiento de detectores de temperatura para las áreas de almacenamiento de GLP y cuarto de bombas de diesel.....	234

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1 Calderos pirotubulares de la sala de calderos de SOLCA	40
Fotografía 2.2 Accesorios del caldero	43
Fotografía 2.3 Cabezal distribuidor de vapor	44
Fotografía 2.4 Quemador modulante.....	46
Fotografía 2.5 Tanque diario de combustible.....	47
Fotografía 2.6 Bombas de suministro de agua	49
Fotografía 2.7 Sistema de tratamiento de agua.....	51
Fotografía 2.8 Tanque de retorno de condensado.....	52
Fotografía 2.9 Intercambiador de calefacción	54
Fotografía 2.10 Tanque de agua caliente No. 2.....	56
Fotografía 2.11 Bombas de agua helada.....	57
Fotografía 2.12 Sistema contra incendios del Hospital	59
Fotografía 4.1 Cubículo para almacenamiento de los tanques generales de diesel.....	99
Fotografía 4.2 Tanque de gas licuado de petróleo.....	102
Fotografía 4.3 Panel de control de la sala de calderos.....	105

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1. Lista no exhaustiva de riesgos laborales
- Anexo 2. Normas extranjeras aplicables a la sala de calderos
- Anexo 3. Señales de seguridad utilizadas en la sala de calderos
- Anexo 4. Números característicos para identificación de fluidos en tuberías
- Anexo 5. Cuadro de incompatibilidad de sustancias químicas
- Anexo 6. Hoja de seguridad MSDS del diesel
- Anexo 7. Hoja de seguridad MSDS del gas licuado de petróleo
- Anexo 8. Informe sobre el análisis de aguas la sala de calderos de SOLCA.
- Anexo 9. Secciones de la norma NFPA 13
- Anexo 10. Secciones de las normas NFPA 10, 11, 15, 16, 20, 704
- Anexo 11. Secciones de la norma NFPA 72
- Anexo 12. Secciones del Manual de Ingeniería de la National Foam, Armstrong Pumps, Viking Corporation

LISTADO DE FORMATOS

- Formato FSCS-1. Inspecciones de orden, aseo y limpieza
- Formato FSCS-2. Inspecciones de protecciones contra incendios
- Formato FSCS-3. Inspecciones de equipos de protección personal
- Formato FSCS-4. Instalaciones eléctricas
- Formato FSCS-5. Inspecciones de tanques de combustible
- Formato FSCS-6. Evaluación de riesgos laborales
- Formato FSCS-7. Medidas preventivas
- Formato FSCS-8. Plan de acción
- Formato FSCS-9. Inspecciones de calderos pirotubulares
- Formato FSCS-10. Reporte de extintores
- Formato FSCS-11. Reporte de incendio

LISTADO DE PLANOS

- Plano PSCS-1. Distribución de planta de la sala de calderos de SOLCA
- Plano PSCS-2. Mapa de riesgos laborales y señalización de la sala de calderos de SOLCA
- Plano PSCS-3. Ruta de evacuación para la sala de calderos de SOLCA
- Plano PSCS-4. Sistema contra incendios de la sala de calderos de SOLCA

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objeto establecer un sistema de seguridad e higiene industrial para la sala de calderos del Hospital Oncológico de SOLCA Solón Espinosa Ayala; ya que no se cuenta con un programa de seguridad, la probabilidad de accidentes a los trabajadores y daños a las estructuras de las edificaciones son altas.

En el capítulo 1 se muestran las bases teóricas del proyecto en el que se incluirá definiciones de algunos términos en aspectos de: Seguridad e Higiene Industrial, Calderos Industriales e Instalaciones fijas contra incendios.

El capítulo 2 contiene una breve descripción de todos los equipos e instalaciones con los que cuenta la sala de calderos de SOLCA. Se detalla los componentes, controles e instrumentos que posee cada máquina. Además, se indica el funcionamiento de todos los sistemas y líneas que se transportan por el Hospital, los cuales son: Sistemas de vapor, combustible, alimentación de agua, condensado y purgas, agua caliente para calefacción, agua caliente para el Hospital, agua helada y contra incendios.

Luego de haber descrito el funcionamiento de la sala de calderos, a continuación en el capítulo 3, se realiza las inspecciones de seguridad en aspectos de: dimensiones y superficie de trabajo, aseo, orden y limpieza, sistema contra incendios, equipos de protección personal, instalaciones eléctricas, tanques de combustible y señalización. Al final de este capítulo se incluye una evaluación de riesgos laborales de todas las área de la sala basada en la normativa española 89/391/CEE.

En el capítulo 4 se realizan las medidas de control, procedimientos y recomendaciones, en base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior. Se incluyen además mediciones de ventilación, iluminación, ruido y temperatura de trabajo; cada una con su metodología de trabajo, análisis de resultados y las recomendaciones pertinentes.

El capítulo 5 efectúa un estudio detallado de los principales riesgos y accidentes que se pueden suscitar en los calderos pirotubulares. Se examinan los problemas en los tubos de humo, placa tubular, soldadura de elementos de refuerzo, hogar, entre otros. Se adjunta un reglamento de seguridad, en el que se incluyen puntos normativos sobre instalación, operación y mantenimiento de estos aparatos.

El capítulo 6 ejecuta un sistema de evacuación y emergencia para la sala de calderos, en el que se analizan accesos al edificio, salidas de evacuación y señales de evacuación, principalmente.

Finalmente, se realiza el diseño de un sistema completo para protección contra el fuego en la sala de calderos. Este capítulo 7 incluye el diseño de una instalación fija en base a espuma/agua, en el que se determina el sistema de dispersión de concentrado a usar, selección de las bombas contra incendios, dimensionamiento de tuberías y rociadores para la descarga. De igual forma se presenta una alternativa adicional, en base a un sistema de detección de alarma. El capítulo concluye con una cotización de ambas alternativas.

El presente proyecto culmina estableciendo las conclusiones y recomendaciones pertinentes que del mismo se desprenden.

PRESENTACIÓN

La sala de calderos puede ser un área muy peligrosa para los trabajadores que no estén entrenados. Si la instalación cuenta con aparatos a presión, en este caso calderos, los empleados involucrados deberán capacitarse completamente acerca de cómo operar este equipo.

El edificio independiente donde se ubica la sala de calderos de SOLCA debe cumplir con mínimos procedimientos en seguridad e higiene industrial. Éste almacena un gran potencial energético, por ende un desconocimiento de las normas y procedimientos de seguridad o fallos en los aparatos como ha ocurrido desgraciadamente en muchas ocasiones, tiene un gran poder destructivo.

Esta es la razón por la que en el presente proyecto se ha realizado un sistema de seguridad e higiene industrial, que ayude a cuidar la integridad de los trabajadores que laboran en el Hospital y las estructuras del edificio, como puede darse con la instalación de un sistema de rociadores automático o un sistema de detección y alarma.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las bases teóricas del presente proyecto, debido a su estructura, van a estar enmarcadas en tres secciones relacionadas a: Seguridad e Higiene Industrial, Calderos Industriales e Instalaciones fijas contra incendios, cada parte incluirá definiciones y fundamentos de los temas desarrollados en los siguientes capítulos.

PARTE I. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

1.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial es un conjunto de normas, procedimientos y técnicas aplicadas en las áreas laborales que hacen posible la prevención de accidentes e incidentes, y averías en los equipos e instalaciones.

1.2 HIGIENE INDUSTRIAL

Higiene industrial es un sistema de principios y reglas orientados al reconocimiento, evaluación y control de los contaminantes: físicos, químicos y biológicos del área laboral con la finalidad de evitar la generación de enfermedades ocupacionales y relacionadas con el trabajo.⁽¹⁾

1.2.1 OBJETIVO

El objetivo fundamental que persigue la seguridad e higiene industrial, tiene que ver con prevenir los accidentes y enfermedades laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de trabajo.

⁽¹⁾ Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Diciembre 2005, pág 15

1.3 TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Las técnicas de seguridad incluyen el conjunto de acciones, de prevención y protección, cuyo propósito es suprimir el peligro, reducir el riesgo y proteger a las personas para evitar el accidente o las consecuencias del mismo.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos: técnicas analíticas y operativas, las mismas se definen a seguir:

1.3.1 TÉCNICAS ANALÍTICAS

A través de estas técnicas se recopila toda la información derivada de los accidentes de trabajo ya ocurridos. Tratan de identificar las posibles causas de los accidentes, con objeto de evitar que se vuelvan a producir. Existen varias técnicas analíticas de seguridad, entre las más trascendentes se puede mencionar:

- **Notificación y registro de accidentes**

Esta técnica consiste en registrar todos los accidentes y utilizarlos como fuentes de información para aplicar medidas correctivas que eviten que se vuelvan a repetir o, al menos, sus consecuencias. Todos los accidentes deben ser notificados a través de un documento que recibe el nombre de Parte de Accidente. En este informe deben constar todos los datos necesarios para saber cómo, cuándo y dónde ocurrió el accidente y cuáles fueron sus consecuencias.

- **Investigación de accidentes**

En esta técnica se intenta localizar las diferentes causas que han dado lugar a que se produzca un accidente, previamente notificado y registrado, constatando los hechos reales que se produjeron, con la finalidad de extraer las conclusiones precisas que puedan evitar la repetición del mismo.

- **Inspecciones de seguridad**

Una inspección de seguridad tiene como objetivo la detección, valoración y la posterior corrección de los factores de riesgo para evitar que el accidente se desarrolle. Son los más eficaces si se tiene la máxima información y experiencia sobre las instalaciones y los elementos inspeccionados. Se pueden establecer tres tipos de inspecciones de seguridad:

- Inspecciones periódicas: Son las que se programan a intervalos regulares. Pueden realizarse mensual, semestral u otro intervalo de tiempo previamente determinado.
- Inspecciones intermitentes: Son las inspecciones realizadas por intervalos irregulares. Estas son efectuadas por los organismos pertinentes de cada país e incluso por los mismos trabajadores.
- Inspecciones continuas: Realizadas por los jefes de áreas, quienes deben asegurarse continuamente de que las herramientas, maquinarias, y equipos se encuentren en buenas condiciones y que el uso de los mismos no implique ningún peligro.
- Inspecciones especiales: Estas son necesarias a veces como resultado de la instalación de nuevos elementos, la construcción o remodelación de nuevos edificios y de la aparición de nuevos riesgos.

- **Análisis estadístico**

El análisis estadístico consiste en aplicar recursos matemáticos para ordenar, cuantificar y controlar la evolución y tendencia de las circunstancias que rodean al accidente laboral. Tras su análisis permitan obtener conclusiones que puedan llevar a tomar las medidas oportunas para que no se repita el accidente.

1.3.2 TÉCNICAS OPERATIVAS

Las técnicas operativas son aquellas que actúan sobre los factores de riesgo presentes en el ambiente de trabajo, una vez que han sido identificados y valorados. Dentro de estas técnicas se pueden distinguir:

- Las que actúan sobre los elementos materiales que la persona utiliza para llevar a cabo su trabajo (facto técnico).
- Las que actúan sobre la persona (factor humano).

Entre las técnicas de seguridad operativas que actúan sobre el factor técnico se distinguen las siguientes:

1.3.2.1 Técnicas de concepción

Estas técnicas son las que actúan sobre el origen de los riesgos y son las que primero se utilizan, cuyo objetivo es evitar los riesgos desde la concepción de los mismos. Entre ellas se pueden establecer los siguientes:

- Seguridad en el diseño y proyecto de instalaciones y equipos de trabajo
- Seguridad en el diseño de métodos de trabajo

1.3.2.2 Técnicas de corrección

Son las que inciden directamente sobre las instalaciones y equipos en funcionamiento, con el objetivo de evitar los riesgos que no se hayan podido eliminar en la fase de diseño. Entre ellas sobresalen las siguientes:

- Adaptación de sistemas de seguridad
- Adaptación de defensas, resguardos y dispositivos de seguridad
- Implementación de normas de seguridad
- Señalización de zonas de riesgo

Las técnicas operativas de seguridad que actúan sobre el factor humano se destacan las siguientes: Selección, formación y adiestramiento del personal, así como la utilización de equipos de protección personal, entre otros.

1.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

Una evaluación de riesgos laborales es un proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empleador esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse. ⁽²⁾

Dada la frecuencia con que se realiza una evaluación de riesgos es conveniente diferenciar los términos peligro y riesgo.

- **RIESGO**

Un riesgo es considerado como la combinación de la probabilidad y la consecuencia de ocurrencia de un evento identificado como peligroso.

- **PELIGRO**

Un peligro es una situación que tiene un riesgo de convertirse en causa de accidente.

1.4.1 MAPA DE RIESGOS

Un mapa de riesgos constituye un compendio de información organizada y sistematizada, detallada en planos de una determinada área, en los que se muestran amenazas, incidentes o actividades que son valoradas como riesgos para la operación segura de una empresa u organización. ⁽³⁾

⁽²⁾ Evaluación de riesgos laborales, Ministerio de Asuntos sociales de España, sección Introducción (Anexo 2).

⁽³⁾ Programa de capacitación, Seguridad y Salud Ocupacional de PRONACA, pág 12.

1.5 TIPOS DE RIESGOS

Los riesgos laborales se clasifican en cinco grupos: físicos, químicos, mecánicos, biológicos y ergonómicos, a continuación se hace una descripción de todos ellos:

1.5.1 RIESGOS FÍSICOS

Los riesgos físicos son los factores medioambientales que al ser percibidos por las personas pueden llegar a tener efectos perjudiciales en ellos, según la intensidad, concentración y exposición. Ejemplos de riesgos físicos son: ruido, vibración, variación de presión, electricidad, calor, frío, incendios, iluminación, radiaciones ionizantes y no ionizantes, etc.

1.5.2 RIESGOS QUÍMICOS

Los riesgos químicos son aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso (inhalación, absorción o ingestión) pueden provocar intoxicación o quemaduras, según sea su grado de concentración y tiempo de exposición. Estos son: gases, vapores, aerosoles y partículas (polvos, neblinas, humos metálicos).

1.5.3 RIESGOS MECÁNICOS

Los riesgos mecánicos constituyen los objetos, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones que por atrapamiento, caídas, golpes o cortes pueden provocar lesiones o daños materiales.

1.5.4 RIESGOS BIOLÓGICOS

Los riesgos se refieren a microorganismos (virus, bacterias, hongos), insectos o animales salvajes que están presentes en determinados ambientes de trabajo y que al entrar en contacto con el hombre pueden desencadenar enfermedades infecto-contagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones.

1.5.5 RIESGOS ERGONÓMICOS

Los riesgos ergonómicos son los objetos, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, forma o tamaño puedan provocar sobreesfuerzos. Se incluyen además, posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones musculares u óseas.

PARTE II. CALDEROS INDUSTRIALES

1.6 DEFINICIÓN DE CALDERO

Un caldero puede definirse como “un recipiente en el que se transfiere la energía calorífica de un combustible a un líquido. En el caso de vapor saturado, el caldero proporciona también energía calorífica para producir un cambio de la fase de líquido a vapor”. ⁽⁴⁾

1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS CALDEROS DE VAPOR

A la hora de clasificar un caldero de vapor se pueden tener en cuenta una gran variedad de criterios de clasificación, razón por la cual se exponen a continuación algunos de ellos:

A.- SEGÚN LA DISPOSICIÓN DE LOS FLUIDOS

- Calderos de tubos de humo o pirotubulares
- Calderos de tubos de agua o acuotubulares

B.- SEGÚN LA CIRCULACIÓN DE LOS FLUIDOS

- Calderos de circulación natural: son aquellos en los que el movimiento del fluido portador de calor se obtiene por circulación natural, debido a diferencia de densidad.
- Calderos de circulación asistida: son aquellos calderos en los que, en ciertas partes de las mismas, el movimiento del fluido portador de calor se obtiene mediante una bomba.
- Calderos de circulación forzada: en ellos el movimiento del fluido portador se obtiene mediante una bomba, que impulsa la totalidad del fluido.

⁽⁴⁾ Documentación técnica de SPIRAX SARCO, sección Guías técnicas, apartado Calderos y Accesorios, pág 3

C.- SEGÚN LA FORMA DE TRANSMISIÓN DE CALOR

- De convección
- De radiación
- De radiación y convección

D.- SEGÚN EL COMBUSTIBLE EMPLEADO

- De carbón
- De combustibles líquidos
- De combustibles gaseosos
- De combustibles especiales (licor negro, residuos vegetales, etc.)
- Policombustibles

E.- SEGÚN LA PRESIÓN DEL CALDERO

- De baja presión, P igual o menor que 1 bar.
- De media presión, P mayor que 1 bar. y menor o igual que 13 bares
- De alta presión, P mayor que 13 bares

F.- SEGÚN EL FLUIDO UTILIZADO COMO PORTADOR CALÓRICO

- Calderos de vapor de agua, que a su vez pueden ser de vapor a la temperatura de saturación, o bien de vapor sobrecalentado.
- Calderos de agua, que a su vez puede ser de agua caliente, temperatura inferior a 110° C, o de agua sobrecalentada, con temperatura mayor que 110° C.
- Calderos de fluido térmico, en ellos se emplea un fluido portador calórico, distinto al agua o vapor de agua.

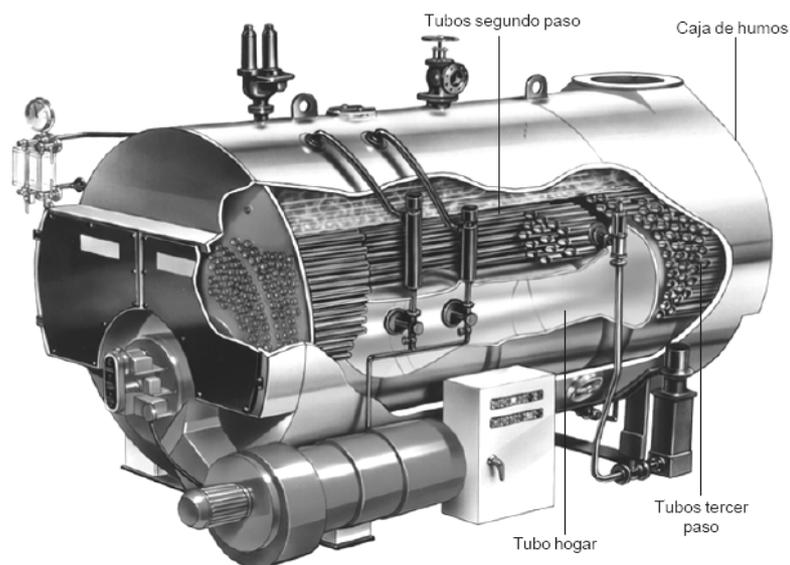
1.8 PRINCIPALES TIPOS DE CALDEROS

Los calderos en su conjunto, se pueden encuadrar en dos grandes grupos: calderos pirotubulares y calderos acuotubulares.

1.8.1 CALDEROS PIROTUBULARES

Estos calderos disponen de tubos sumergidos en agua, fluido portador de calor, por cuyo interior circulan los gases de combustión, realizándose el intercambio térmico a través de las paredes de dichos tubos.

Figura 1.1 Caldero pirotubular de tres pasos



Fuente: Documentación técnica de SPIRAX SARCO, sección Guías técnicas, apartado Calderos y Accesorios, pág 12

Una vez completada la combustión del combustible en el hogar, los gases resultantes son dirigidos hacia el haz tubular, pasando posteriormente a la chimenea, a través de la cual se eliminan a la atmósfera.

Estos calderos son clasificados por el número de pasos (número de veces que los gases calientes de la combustión pasan a través del caldero). El más común es uno de tres pasos con la descarga de gases por el extremo de la parte trasera del mismo, como se aprecia en la figura 1.1.

- **Hogar**

El hogar es la cámara donde se realiza la combustión del combustible utilizado como fuente de energía y donde tiene lugar la transmisión de calor al fluido portador de calor por radiación.

El hogar es la parte más importante del caldero y a su vez la más delicada. Su diseño geométrico depende que se pueda realizar una buena formación de la llama y por lo tanto, que se complete en el mismo la combustión de todo el combustible aportado. Además, al estar sometido a la acción de la llama y su alta temperatura, será necesario que tenga una dilatación y resistencia adecuadas.

Los hogares están constituidos por cilindros de chapa, en los que, con el objeto de obtener una dilatación buena pueden ser cilindros de pared lisa, en cuyo caso los extremos pueden estar corrugados o disponer de ondas de dilatación intermedia; o también cilindros corrugados a lo largo de toda la superficie.

- **Cámara de hogar**

Una vez completada la combustión del combustible en el hogar, y según sea el diseño del caldero, puede existir a continuación una cámara cuyo objeto es permitir que los gases resultantes de la combustión entren en el haz tubular. Esta cámara, puede tener algunos diseños, estos se aprecian en la figura 1.2.

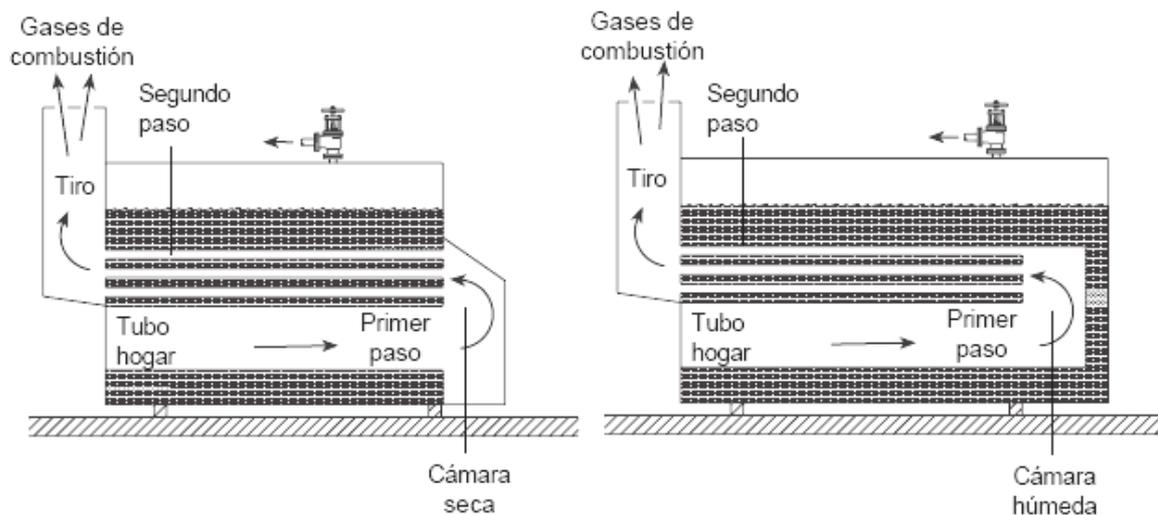
- Cámara húmeda: la envolvente está totalmente rodeada de agua y por tanto refrigerada.
- Cámara seca: las paredes están fabricadas con ladrillo refractario.
- Cámara semiseca: la pared trasera es de material refractario y la envolvente está refrigerada por agua.

- **Haz tubular**

Los gases de combustión pasan desde la cámara del hogar al interior del haz tubular, en el que las paredes externas de los tubos que lo conforman están rodeadas por agua, constituyendo la superficie de intercambio de calor por convección y conducción.

Un haz tubular está constituido por dos placas tubulares planas y una serie de tubos, denominados “tubos de humo”, que unen dichas placas por inserción en agujeros realizados a las mismas.

Figura 1.2 Tipos de cámara en un caldero pirotubular



Fuente: Documentación técnica de SPIRAX SARCO, sección Guías técnicas, apartado Calderos y Accesorios, pág 7

- **Caja de humos**

Cuando un caldero pirotubular dispone de más de un paso por el haz tubular, es necesario que, al final de cada paso, los gases sean recolectados y reconducidos al paso siguiente, operación que se realiza en la denominada caja de humos.

Estas cajas pueden ser interiores o exteriores al caldero, considerándose en el primero de los casos como formando parte de la superficie de calefacción del caldero.

1.8.1.1 Caldero pirotubular vertical

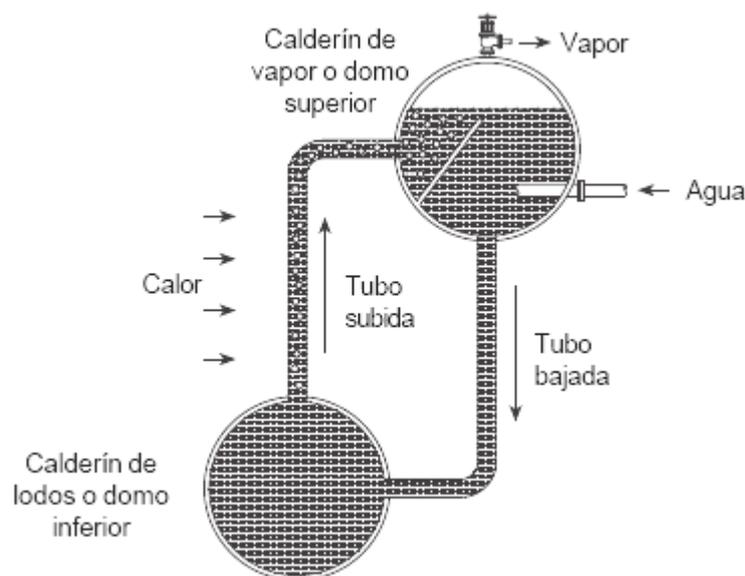
Este tipo de caldero es una variación del caldero pirotubular horizontal; es empleado cuando la disponibilidad del espacio es limitada y sólo si se requieren capacidades pequeñas de vapor a presión moderada.

La desventaja con respecto a los calderos horizontales, es que el interior no es fácilmente accesible para inspección y limpieza, por otro lado, dado que su capacidad de agua es pequeña, es difícil mantener una presión de vapor uniforme ante variaciones de carga. El rendimiento térmico es muy bajo debido al corto recorrido de los gases que salen a la atmósfera a temperatura elevada.

1.8.2 CALDEROS ACUOTUBULARES

En los calderos acuotubulares toda la superficie de intercambio está constituida por tubos, por cuyo interior circula agua, que constituye el fluido portador de calor, mientras que por su parte externa circulan los gases de combustión.

Figura 1.3 Configuración de un caldero acuotubular



Fuente: Documentación técnica de SPIRAX SARCO, sección Guías técnicas, apartado Calderos y Accesorios, pág 16

La figura 1.3 muestra el principio de circulación de agua en un caldero acuotubular. El agua de alimentación fría se introduce en el calderín de vapor y baja por el tubo hasta el calderín de lodos, debido que tiene una densidad superior a la del agua caliente. Su densidad disminuye cuando pasa por el tubo de subida, donde se calienta formando burbujas de vapor. El agua caliente y las burbujas de vapor pasan al domo superior una vez más, donde el vapor se separa del agua.

- **Hogar**

El hogar es el espacio del caldero en el que se realiza la combustión del combustible utilizado y que constituye la denominada zona de radiación, al ser este el mecanismo de transmisión de calor que tiene lugar en el mismo, por efecto de la llama.

Las paredes que delimitan el hogar pueden ser de material refractario (calderos de hogar caliente), de tubos de agua (calderos de hogar frío), o bien una combinación de los mismos.

- **Haz de convección**

También conocido como haz vaporizador, está constituido por los tubos del caldero que están situados fuera de la zona de radiación de la misma, y a su vez unidos a los calderines.

Su forma y distribución varía en función del número de calderines, de la disposición geométrica de éstos, así como la incorporación al caldero de elementos tales como: sobrecalentadores, recalentadores y economizadores.

En este haz, parte de los tubos son ascendentes, es decir, por ellos sube la mezcla de agua y vapor hacia el calderín superior y parte son descendentes o de bajada de agua.

- **Calderines**

Los calderines son también llamados tambores o domos, son los elementos a los que se unen los tubos que conforman el caldero, cerrando con ello el circuito de circulación de los mismos.

- Calderín superior o calderín de vapor: recibe la corriente ascendente de agua y vapor y en su interior lleva incorporado una serie de elementos como separadores, secadores, cuya misión es el separar el agua arrastrada por el vapor, asegurando el suministro de vapor seco al proceso de utilización.
- Calderín inferior o calderín de agua: dispone de un sistema para conectar la tubería de extracción de lodos y vaciado del caldero.

- **Sobrecalentador**

El sobrecalentador es un elemento del caldero con el trabajo de elevar la temperatura del vapor saturado y seco correspondiente a la presión de trabajo del caldero, hasta la temperatura requerida en el vapor para el proceso.

- **Economizador**

El economizador es un elemento que recupera el calor sensible de los gases de salida de un caldero para aumentar la temperatura del agua de alimentación del mismo.

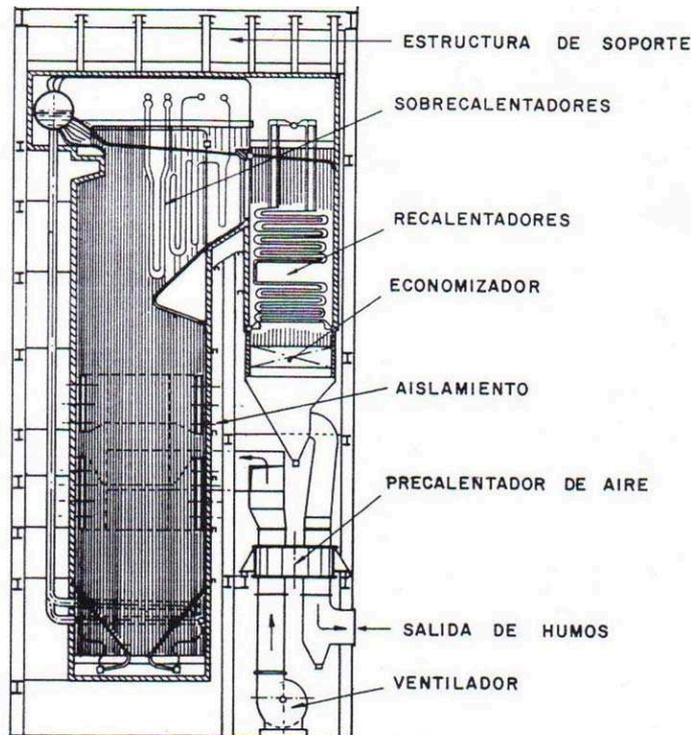
- **Precalentador de aire**

El precalentador de aire es un elemento que recupera el calor sensible de los gases de salida de un caldero para aumentar la temperatura del aire de combustión del mismo.

- **Recalentador de vapor**

El recalentador es un elemento donde se eleva la temperatura del vapor parcialmente expandido para volver a ser utilizado. La figura 1.4 muestra un caldero acuotubular de una central térmica con sus elementos principales.

Figura 1.4 Caldero Acuotubular



Fuente: Elementos de Centrales Eléctricas, Enríquez G, pag 327

1.9 ACCESORIOS QUE INTEGRAN UN CALDERO

Hay varios accesorios que son indispensables para un buen funcionamiento y seguridad en un caldero, estos se detallan a continuación:

- **Válvula de seguridad:** Su función es proteger el cuerpo del caldero frente a un aumento de presión, para evitar que explote.
- **Válvula de interrupción:** También conocida como válvula de salida de vapor, ésta aísla el caldero y su presión, del proceso.

- Válvula de retención: Detiene el flujo de retorno de agua del caldero que entra en la línea de alimentación cuando la bomba de alimentación se para. Cuando ésta se pone en marcha, su presión vence un mecanismo de resorte que posee esta válvula, para reanudar la alimentación al caldero.
- Válvula de purga de fondo: Permite eliminar los sedimentos y lodos que se depositan en la parte inferior del domo.
- Controladores de nivel de agua: El controlador es un dispositivo encargado de vigilar de forma automática el nivel de agua y de enviar la señal correspondiente al sistema de control de agua de alimentación, con el fin de mantener el nivel de agua en el interior del caldero, dentro de niveles previamente establecidos.
- Manómetros y termómetros: Aparatos indicadores de presión y temperatura respectivamente.
- Presóstatos: Dispositivos que controlan la presión en el interior del caldero, y que envían la señal correspondiente al dispositivo de seguridad del equipo, en el instante en que este alcanza un valor determinado.
- Termostatos: Controlan el nivel térmico del fluido a calentar y envían la señal correspondiente al dispositivo de seguridad del equipo, tan pronto que la temperatura alcanza un nivel predeterminado.
- Columna de agua: Elemento tubular vertical y transparente, conectado en la parte superior con la cámara de vapor del caldero y en su parte inferior con la cámara de agua, indicando el nivel de agua alcanzado en la misma.
- Mirillas: Orificio o pequeña abertura, provisto de cristal de protección, a través del cual se puede observar la combustión y/o circulación de los fluidos.

1.10 QUEMADORES

Los quemadores son los equipos donde se realiza la combustión, por tanto deben tener los tres elementos básicos de combustión, es decir, que deben lograr la mezcla íntima del combustible con el aire y además proporcionar la energía de activación, para lograr el encendido y una combustión constante.

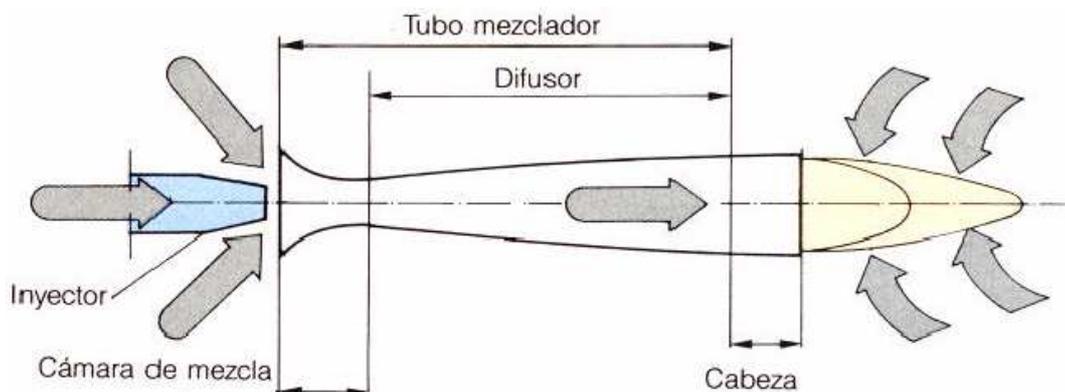
Por la forma en que toman el aire de combustión se distinguen dos tipos de quemadores:

1.10.1 QUEMADORES ATMOSFÉRICOS

Estos quemadores se emplean únicamente para combustibles gaseosos. Una parte del aire necesario para la combustión (aire primario) se induce en el propio quemador por el chorro de gas salido de un inyector (efecto venturi), el aire restante (aire secundario) se obtiene por difusión del aire ambiente alrededor de la llama.

La energía de activación se logra mediante una llama piloto, que debe estar permanentemente encendida. Comúnmente este tipo de quemadores regulan su funcionamiento mediante una válvula el suministro de gas, dejando en posición fija la entrada de aire. La figura 1.5 muestra un esquema de funcionamiento de un quemador atmosférico.

Figura 1.5 Esquema de funcionamiento de un quemador atmosférico



1.10.2 QUEMADORES MECÁNICOS

Estos quemadores pueden trabajar con combustibles gaseosos y líquidos. El aire de combustión es introducido por circulación forzada, es decir, mediante un ventilador.

Cuando se utiliza gas para la combustión, este es introducido mediante inyectores, aprovechando la propia presión de suministro. Los combustibles líquidos utilizan diversos sistemas para su pulverización, de modo que se generen pequeñas gotas de combustible que facilitan su mezcla con el aire; siendo el tipo más empleado es el de "pulverización mecánica".⁽⁵⁾

Por el número de escalones de potencia que producen, se distinguen los siguientes tipos de quemadores:

- **De una marcha**

Son quemadores que sólo pueden funcionar con la potencia a la que hayan sido regulados, son aparatos de pequeña potencia.

- **De varias marchas**

Estos son quemadores con dos o más escalones de potencia, es decir, que pueden funcionar produciendo potencias distintas. Deben disponer de los elementos necesarios para poder regular la admisión de aire y el consumo de combustible, de modo que en cada escalón de potencia se obtenga el rendimiento de combustión más alto posible.

- **Modulantes**

Estos quemadores ajustan continuamente la relación aire-combustible, de manera que pueden trabajar con rendimientos elevados en una amplia gama de potencias, adecuándose de manera continua a las necesidades de producción.

⁽⁵⁾ La pulverización mecánica utiliza la propia presión del combustible a través de placas atomizadoras.

PARTE III. INSTALACIONES FIJAS CONTRA INCENDIOS

1.11 QUÍMICA DEL FUEGO

1.11.1 DEFINICIÓN DE FUEGO

El fuego es una reacción de combustión viva que se manifiesta mediante llamas, emisión de humos, gases, y desprendimiento de calor; estos tienen el carácter común de elevarse en la atmósfera.

1.11.2 ELEMENTOS DEL FUEGO

Para que se produzca fuego es necesaria la unión de cuatro elementos: combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena.

1.11.2.1 Combustible

Un combustible es cualquier sustancia que en presencia de oxígeno y con aporte de cierta energía de activación, es capaz de arder. Los combustibles pueden clasificarse, según su naturaleza en:

- **Combustibles sólidos:** Los combustibles sólidos se someten primeramente a un proceso de descomposición de su estructura molecular, a elevada temperatura, hasta llegar a la formación de gases, que son los que arden. Ejemplos de combustibles sólidos: carbón, madera, plástico, textiles, etc.
- **Combustibles líquidos:** Los combustibles líquidos no arden, los que lo hacen son los vapores que se desprenden de ellos. Productos derivados del petróleo como gasolinas, diesel, aceites, corresponden a este grupo.
- **Combustibles gaseosos:** Los gases combustibles arden en una atmósfera de aire, ejemplo de estos son: gas natural, gas licuado de petróleo, metano, propano, butano, hidrógeno, etc.

1.11.2.2 Comburente

Un comburente es cualquier sustancia en cuya presencia, el combustible puede arder. De forma general, se considera al oxígeno como el comburente típico, se encuentra en el aire en una concentración del 21% en volumen.

1.11.2.3 Energía de activación

La energía de activación es la energía necesaria para que la reacción se inicie; pueden ser: sobrecargas eléctricas, reacciones químicas, chispas, llamas, etc.

1.11.2.4 Reacción en cadena

La reacción en cadena es la que se produce entre el comburente y combustible al descomponerse éste por efecto del calor.

1.12 CLASES DE FUEGO

Se considera una clasificación de fuegos de acuerdo a la norma NFPA 10 en su sección 1-3 (Anexo 10), en el que se establece:

- Fuegos clase A: Fuego en materiales combustibles, tales como: madera, ropa, papel, lienzo, caucho y cualquier clase de plásticos.
- Fuegos clase B: Fuego en líquidos inflamables, derivados de petróleo, breas, aceites, pinturas, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
- Fuegos clase C: Fuego que involucra equipos eléctricos energizados.
- Fuegos clase D: Fuego en metales combustibles tales como: magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio y aluminio.
- Fuego clase K: Fuego que involucra grasa, aceites vegetales o animales.

1.13 MECANISMOS DE EXTINCIÓN

La falta o eliminación de uno de los elementos que intervienen para producir fuego (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), pueden dar lugar a la extinción del fuego. Dependiendo del elemento que se elimine, existen distintos mecanismos de extinción, resumiéndose a seguir:

- ELIMINACIÓN del combustible
- SOFOCACIÓN del comburente
- ENFRIAMIENTO de la energía de activación
- INHIBICIÓN de la reacción en cadena

1.13.1 ELIMINACIÓN

Este mecanismo consiste en eliminar el combustible de las proximidades del fuego. Los métodos por los que puede conseguir son los siguientes:

- Directamente, cortando el flujo de combustible a la zona de fuego, o bien retirando los sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases inflamables de las proximidades de la zona de fuego.
- Indirectamente, refrigerando los combustibles presentes alrededor de la zona de fuego.

1.13.2 SOFOCACIÓN

La sofocación consiste en aislar el combustible del aire ambiente, lo que disminuye el porcentaje de oxígeno del aire; este contiene el 21 % de oxígeno, si se reduce esta proporción a un 14 % se imposibilita la combustión. Este efecto se consigue de las siguientes maneras:

- Por ruptura del contacto entre el combustible y el aire recubriendo el primero con un material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, etc.).
- Dificultando el acceso de oxígeno fresco a la zona de fuego cerrando puertas y ventanas.
- Por dilución de la mezcla, proyectando un gas inerte (CO_2) en suficiente cantidad para que la concentración de oxígeno disminuya. Se consigue el mismo efecto pero con menor efectividad proyectando agua pulverizada sobre el fuego, dado que su evaporación hará disminuir la concentración de oxígeno.

1.13.3 ENFRIAMIENTO

Este mecanismo consiste en reducir la temperatura de las materias en combustión por debajo de su punto de inflamación.

Esto se consigue arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía. El agua o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente los fuegos, sobre todo si se emplea por el método de pulverización.

1.13.4 INHIBICIÓN

Las reacciones de combustión progresan a nivel atómico por un mecanismo de radicales libres. Si estos radicales formados son neutralizados antes de su reunificación en los productos de combustión, la reacción se detiene.

El polvo químico seco es un agente de extinción cuya descomposición térmica provoca la inhibición química de la reacción en cadena.

1.14 AGENTES DE EXTINCIÓN

Un agente extintor es cualquier sustancia cuya acción puede extinguir el fuego. A continuación se describen los agentes extintores para combatir incendios que existen en la actualidad:

1.14.1 AGUA

El agua es el agente extintor más barato y de fácil manejo, a la vez de ser el más antiguo de los hasta la fecha conocidos. Extingue el fuego principalmente por enfriamiento, haciendo bajar la temperatura del combustible. Puede ser usado en forma de chorro, pulverizada o nebulizada.

El agua a chorro debe emplearse para apagar fuegos de clase A, mientras el agua pulverizada puede emplearse para fuego de clase A y B cuando se trate de líquidos combustibles no solubles en agua.

Como desventajas importantes se puede mencionar que hace falta una gran cantidad, mientras más violento es el fuego y la temperatura, se deberá utilizar en mayores proporciones. No se puede utilizar para apagar aparatos eléctricos (Fuegos de clase C), debido a su alto poder conductor.

1.14.2 DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono bajo presión (CO_2) es proyectado sobre el incendio en forma de una mezcla de gas y nieve carbónica a baja temperatura. Su acción extintora se basa en la suplantación del aire, puesto que el fuego se apaga cuando una parte del aire ha sido desplazado por el dióxido de carbono.

Su acción causa pocos desperfectos en los objetos, pues no deja ningún tipo de residuo y es eficaz en presencia de fuegos de tipo B y C. Como inconvenientes se tiene que al expansionarse forma una niebla que obstaculiza el ataque del fuego o la evacuación de las personas.

1.14.3 POLVO QUÍMICO SECO

Los polvos están constituidos a base de granos muy finos, secos y con aditivos que evitan el apelmazamiento por efecto de la humedad. Estos granos están constituidos a base de bicarbonato sódico, sulfato potásico y fosfato amónico.

Los polvos químicos secos se pueden clasificar en dos tipos: Polvos químicos normales de tipo BC compuestos con bicarbonato de sodio o potasio, y los polvos polivalentes de tipo ABC compuestos de polifosfato amónico utilizable sobre toda las clases de fuego.

Estos polvos actúan por inhibición de la llama y por sofocación, es decir, forman una pantalla entre el oxígeno del aire y el líquido combustible, impidiendo que este alimente al fuego.

Los polvos no son tóxicos, corrosivos ni abrasivos, incluso a temperaturas extremas no afectan su conservación y no conducen electricidad. Una desventaja que resalta es que, al ser muy ligeros, pueden dispersarse dificultando la respiración y visibilidad de las personas.

1.14.4 GASES INERTES

Los gases inertes son agentes extintores que se ha implantado recientemente en el mercado como consecuencia de la sustitución de los halones, por ser altamente perjudiciales para la capa de ozono.

Estos agentes emplean gases naturales o mezclas (argón, hidrógeno, nitrógeno) que extinguen por sofocación y no son perjudiciales para el medio ambiente.

Son apropiados para fuegos de clase B y aceptables para fuegos de tipo A, C y E, además no son tóxicos, incoloros ni inodoros y no dejan ni producen ningún tipo de residuos.

1.14.5 ESPUMA

La espuma se obtiene a base de mezclar agua y aire en presencia de un producto espumante (espumógeno). Según la norma NFPA 16, Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam Water Spray Systems, literal 1-2.2, (Anexo 10) variando la cantidad de espumante se obtienen espumas con diferentes grados de expansión (relación entre el volumen final de la espuma y el volumen inicial de la mezcla antes de aplicársele el aire). Los tres rangos en los que establece esta norma son los siguientes:

- Espuma de baja expansión: expansión mayor que 20
- Espuma de media expansión: expansión entre 20 y 200
- Espuma de alta expansión: expansión entre 200 y 1000

Las espumas se proyectan sobre el fuego y forman un tapiz continuo y elástico que aísla el foco del incendio de la atmósfera, el agua contenida tiende a enfriar el combustible tanto más cuanto baja es la expansión, es decir, actúan por sofocación y enfriamiento. Al ser ligeras, flotan y se extienden sobre toda la superficie del foco de incendio.

Las espumas no son corrosivas, ni nocivas para las personas; la producción es fácil y poca costosa. Consumen poco agua y son insensibles a las corrientes eléctricas, pero sensibles al frío.

- **Tipos de concentrados de espuma**

Los espumógenos se mezclan con el agua para formar una solución de espuma. Se diseñan específicamente para el tipo de fuego a extinguir, para el equipo de mezcla (proporcionador) o para el sistema de descarga con el que será aplicada la espuma. La norma NFPA 11, en su apartado 1-4 (Anexo 10) establece los tipos de concentrados de espuma que se usan actualmente, los que se describen a continuación:

Concentrados de espuma proteica

Los concentrados de espuma proteica utilizan principalmente productos a base de proteínas hidrolizadas más aditivos estabilizadores e inhibidores que evitan su congelamiento, la corrosión en los equipos y la descomposición bacteriana. Estos son diluidos con agua para formar el 3% a 6% de la solución dependiendo del tipo; son compatibles con ciertos polvos químicos secos.

Concentrados de espuma fluoro-proteica

Los concentrados de espuma fluoro-proteica son muy similares a los concentrados de espuma proteica, con la diferencia que los primeros incluyen un aditivo sintético fluorado. Estos son diluidos con agua para formar del 3% a 6% de solución dependiendo del tipo.

Concentrados de espuma sintética

(a) Concentrados de espuma formador de película acuosa (AFFF)

Estos concentrados utilizan surfactantes fluorados más estabilizadores, usualmente diluidos con agua al 1%, 3% o 6% de solución, producen una espuma de baja expansión que al flotar sobre la superficie incendiada de líquidos inflamables más ligeros que el agua, actúan como una barrera que sofoca el fuego y enfría dicha superficie, desplegando además una película de alta consistencia que aísla la superficie del líquido del oxígeno del aire y suprime la generación de vapores inflamables.

(b) Concentrados de espuma de media y alta expansión

Estos concentrados son empleados con equipos de generación de espuma logrando índice de expansión de 20:1 hasta aproximadamente 1000:1. Este concentrado es un fluido diseñado para aplicársele en incendios de hidrocarburos en proporciones de solución entre 1% y 3 %.

Concentrados de espuma fluoro-proteica formador de película (FFFP)

Estos concentrados utilizan surfactantes fluorados para producir una espuma de baja expansión, la cual forma una película acuosa que suprime la generación de vapores cuando se extiende sobre una superficie de hidrocarburos. Este tipo de espuma utiliza base proteína y aditivos estabilizadores e inhibidores que evitan su congelamiento, corrosión y descomposición bacteriana; su contenido de flúor le confiere un mayor desplazamiento y el concentrado se utiliza normalmente mezclado con agua en proporciones del 3% al 6%. Es compatible con polvos químico secos.

Concentrados de espuma tipo alcohol (AR-AFFF)

Estos concentrados son resistentes a la acción de los solventes polares, que mezclado con agua producen una espuma de baja expansión, que extingue fuegos que se originan sobre la superficie de líquidos polares solubles en agua, evitando su reignición. Este tipo de concentrados, mezclados con agua en una proporción del 3% al 10%, extinguen con la misma efectividad incendios en tanques de almacenamiento que contiene productos inflamables o combustibles no solubles en agua.

1.15 SISTEMAS FIJOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Un sistema fijo de protección contra incendios consiste en un depósito de agente extintor, un medio para impulsar este agente el mismo que es conducido por tuberías, y una serie de boquillas fijas para la descarga. Existen en la actualidad varios tipos de sistemas como son: rociadores de agua, agua pulverizada, polvo químico seco, dióxido de carbono y espuma, estos van a ser descritos en los siguientes puntos:

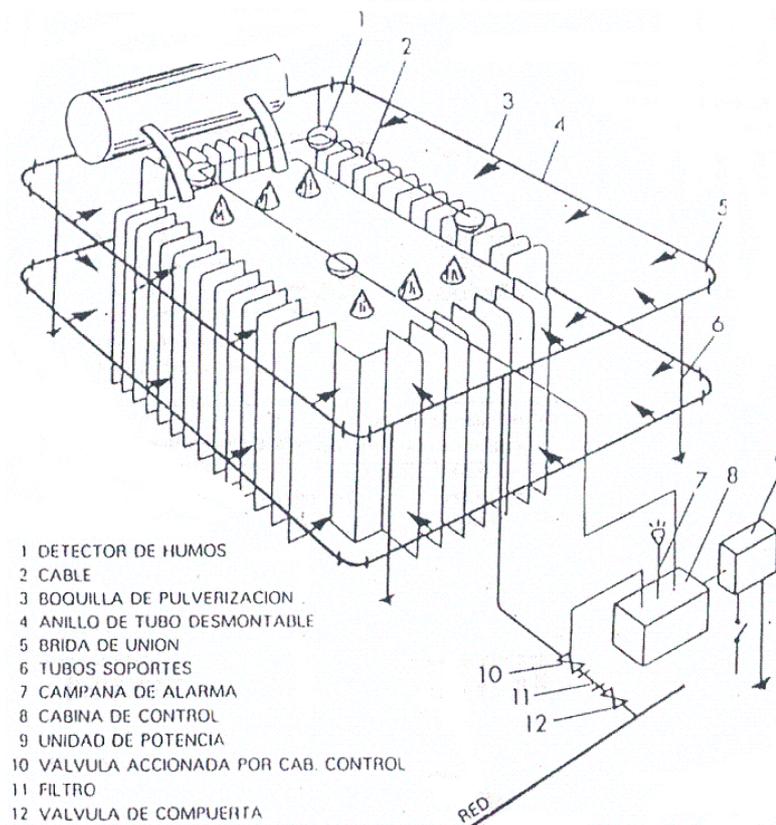
1.15.1 SISTEMA DE ROCIADORES DE AGUA

Este sistema consiste en tuberías fijas conectadas a una fuente de suministro de agua, las cuales están provistas de dispositivos de expulsión llamados rociadores (sprinklers), que se abren automáticamente al alcanzar una determinada temperatura.

El dispositivo que mantiene cerrado el rociador puede ser una ampolla de vidrio que se rompe por dilatación del fluido que hay en su interior, o una soldadura que se funde.

Cuando se declara un incendio y la temperatura alcanza a los rociadores, estos se abren permitiendo la salida del agua que, al chocar contra un deflector especial cae por gravedad en forma de ducha. Por defecto de presión puede abrirse una válvula de control del sistema accionando automáticamente una alarma.

Figura 1.6 Protección de transformadores por agua pulverizada



Fuente: Prevención y Protección contra incendios, Comeche Salvador Domingo, pag 126

1.15.2 SISTEMA DE PULVERIZACIÓN DE AGUA

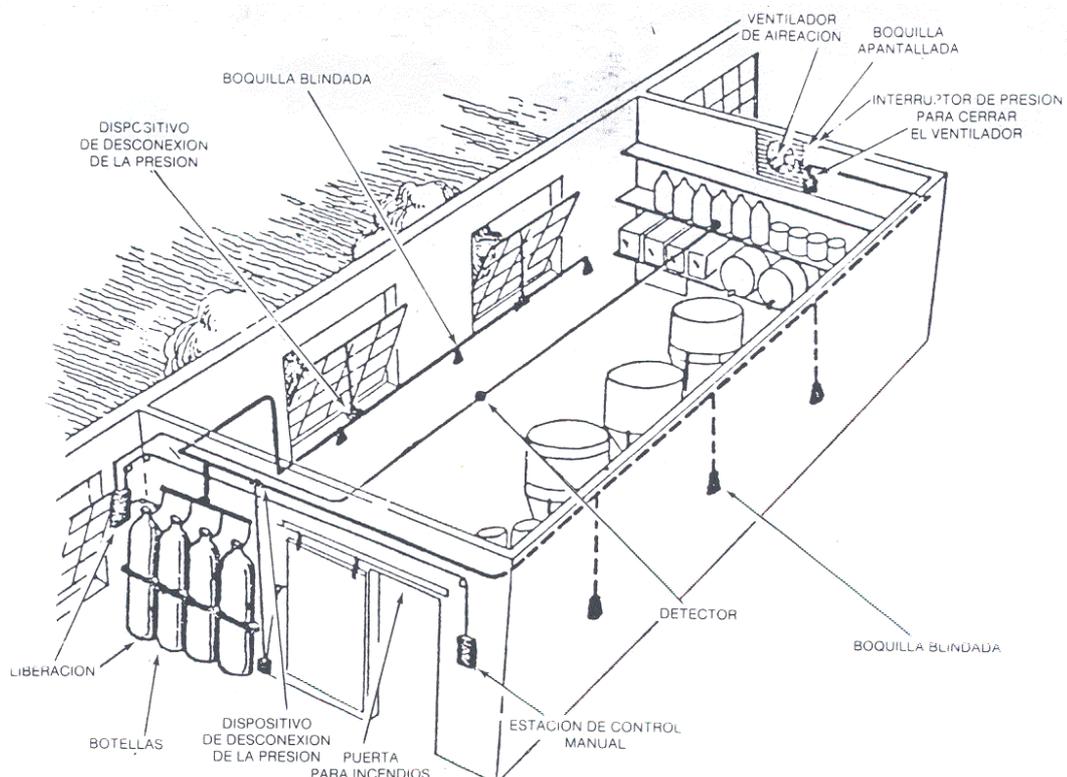
El sistema de pulverización de agua es similar al sistema de rociadores, con la diferencia que estos son sustituidos por boquillas de pulverización, y el suministro de agua al sistema puede controlarse automática o manualmente.

Se usa muy frecuentemente en tanques inflamables para limitar los efectos de la radiación de un posible fuego en las proximidades, e incluso para extinguir posibles incendios en transformadores, como se puede ver en la figura 1.6.

1.15.3 SISTEMAS DE DIÓXIDO DE CARBONO

Un sistema de dióxido de carbono consta de una batería de botellas de CO₂, las cuales sirven como depósitos del agente extintor, estas se conectan a un sistema de tuberías que desembocan en boquillas blindadas para la descarga.

Figura 1.7 Diagrama de dióxido de carbono para inundación total



Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de España, Volumen 2, pag 1322

Cuando se detecta un incendio, los detectores son activados y mandan una señal al tablero de alarmas, el cual activa una válvula solenoide que abre los cilindros para que salga el agente hacia las cabezas de descarga.

Existen dos métodos generales de aplicación del dióxido de carbono para extinguir un incendio. El primero, se basa en crear una atmósfera inerte dentro de un local totalmente cerrado, este método es conocido como inundación total. En el segundo, la aplicación del agente se realiza directamente sobre el riesgo a proteger, lo que se conoce como inundación local, un ejemplo de este método se puede ver en los tanques de líquidos inflamables. La figura 1.7 muestra una disposición esquemática de cómo puede utilizarse un sistema de dióxido de carbono para inundación total.

1.15.4 SISTEMA DE POLVO QUÍMICO SECO

El polvo químico seco a pesar de ser un agente extintor excelente, es menos utilizado en instalaciones fijas de extinción, debido a la dificultad en el transporte y la problemática de conseguir una descarga uniforme.

El diseño de estas instalaciones debe evitar abundancia de codos y las líneas secundarias deben procurar ser idénticas, para conseguir que el sistema sea “balanceado”. Este sistema puede ser semifijo, en el cual, debe estar constituido por un depósito contenedor de polvo, una manguera para acople con el tanque y boquillas especiales para la descarga del agente.

1.15.5 SISTEMA DE ESPUMA

Un sistema de espuma para extinción del fuego requiere de un equipo de dosificación para realizar primero, la mezcla en dosis adecuadas del concentrado espumógeno con el agua, y después mezclando esta solución con el aire para llevar a cabo la extinción, cuya configuración depende del tipo de riesgo que se debe combatir.

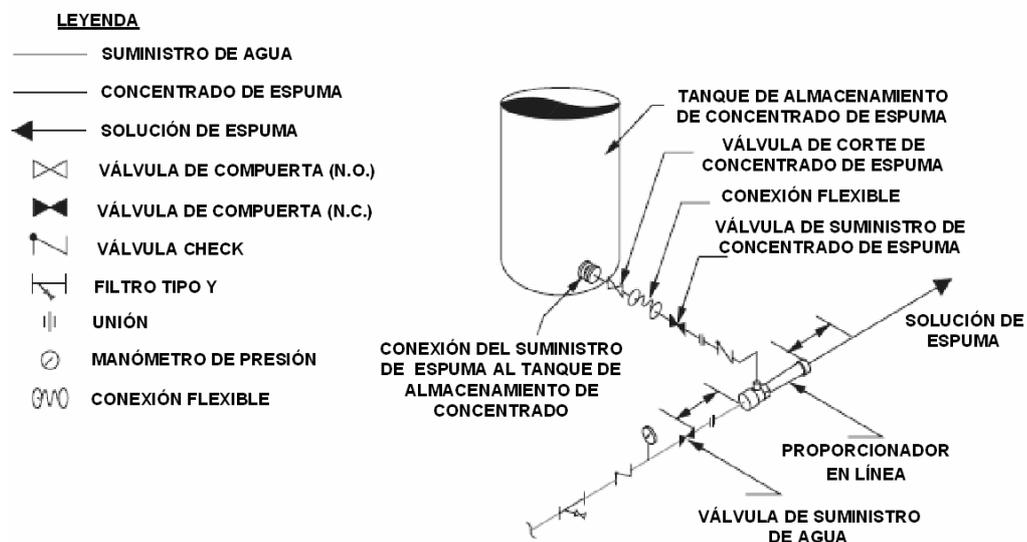
Se deben tener en cuenta los siguientes factores: la calidad de la espuma, el área de la superficie que se va a proteger y el tiempo que se debe mantener la protección de espuma para extinguir el fuego. Según la National Foam Engineering Manual, sección 2 (Anexo 14), los principales métodos para generación de espuma son:

- **Tipo Venturi**

Este tipo de dosificador, introduce el concentrado de espuma del tanque contenedor dentro de la corriente de agua por efecto Venturi. La razón del agua y el espumógeno son proporcionales, es decir, si la presión de agua a la entrada del proporcionador aumenta o disminuye, el flujo de solución del dispositivo incrementaría o disminuiría correspondientemente. Puede operar con presiones bajas de 75 Psi (5.2 bar) o altas como 200 Psi (13.8 bar), sin embargo, el funcionamiento óptimo se logra con presiones de alrededor de 125 Psi (8.6 bar).

No son recomendados para aplicaciones que requieran sistemas de descarga como rociadores u otros dispositivos que tengan orificios de salida pequeños, una obstrucción en estos puede incrementar la presión y causar fallas a la línea de proporcionadores. La ventaja es que, el método es simple, los costos son bajos y requiere un mínimo de mantenimiento.

Figura 1.8 Sistema tipo venturi

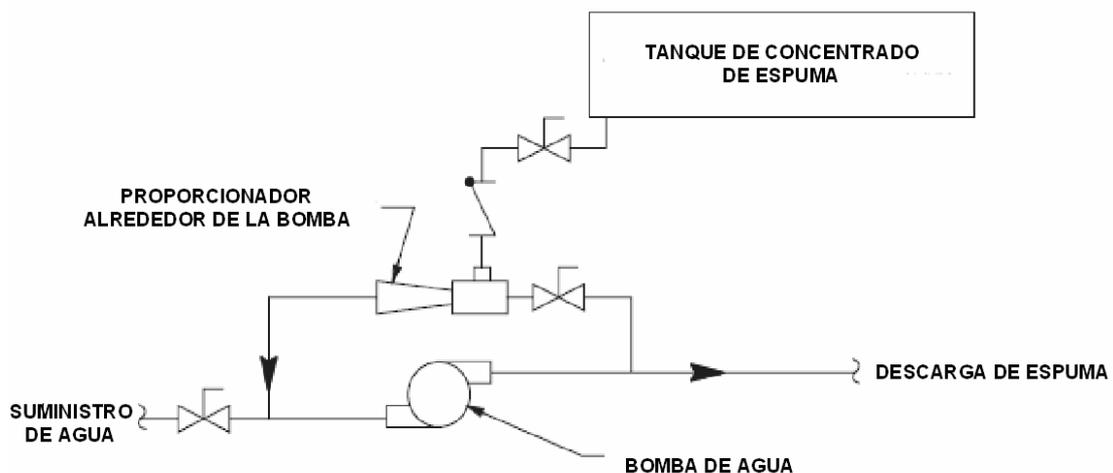


- **Proporcionador alrededor de la bomba**

Este tipo de dosificador también funciona según el principio de efecto Venturi, excepto en que debe montarse en la bomba y se conecta a ambos extremos de la misma, es decir, a la succión y a la descarga. El concentrado de espuma procedente de un tanque de almacenamiento, se suministra a la línea de succión de la bomba de agua, produciendo la descarga de la solución espumógena deseada.

El proporcionador alrededor de la bomba solo puede trabajar con un solo rango de flujo, además este sistema requiere que la presión manométrica de aspiración de la bomba sea siempre nula o negativa (vacío).

Figura 1.9 Sistema proporcionador alrededor de la bomba



- **Presión proporcional (Sin diafragma)**

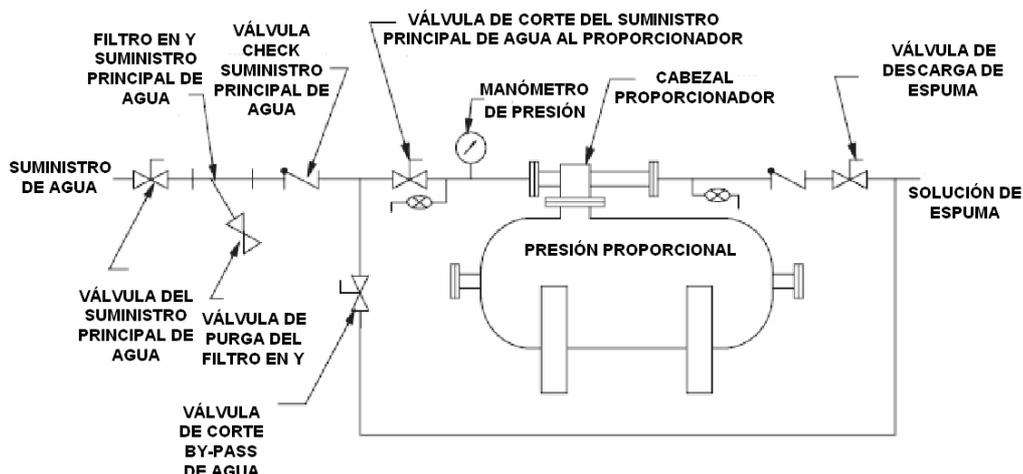
Este sistema de dosificación es independiente, consiste en un tanque de almacenamiento de concentrado de espuma conectado con un cabezal proporcionador.

El concentrado de espuma es presurizado por una pequeña cantidad de agua que entra al cabezal proporcionador dentro del tanque de almacenamiento. Al pasar el agua a través del orificio crea una presión diferencial entre éste y el concentrado,

que permite la inyección de la solución dentro de la corriente de agua a razón apropiada.

Por causa del contacto directo con el agua, solo concentrados de espuma proteínicas con una gravedad específica de 1.1 o más pueden ser usados con este tipo de dosificador. Desde que este sistema es presurizado durante la operación, el tanque no puede ser rellenado. El sistema debe ser cerrado y el agua drenado del tanque antes de rellenar con concentrado de espuma. La figura 1.10 indica un esquema general del método de presión proporcional, sin diafragma.

Figura 1.10 Sistema de presión proporcional (sin diafragma)



- **Tanque proporcionador tipo Bladder (saco)**

El sistema de tanque proporcionador tipo Bladder es una instalación que no requiere otras fuentes externas, solo un adecuado suministro de agua. El tanque con ayuda de un regulador proporcional, inyecta concentrado de espuma dentro del suministro de agua para extensos rangos de caudales y presiones.

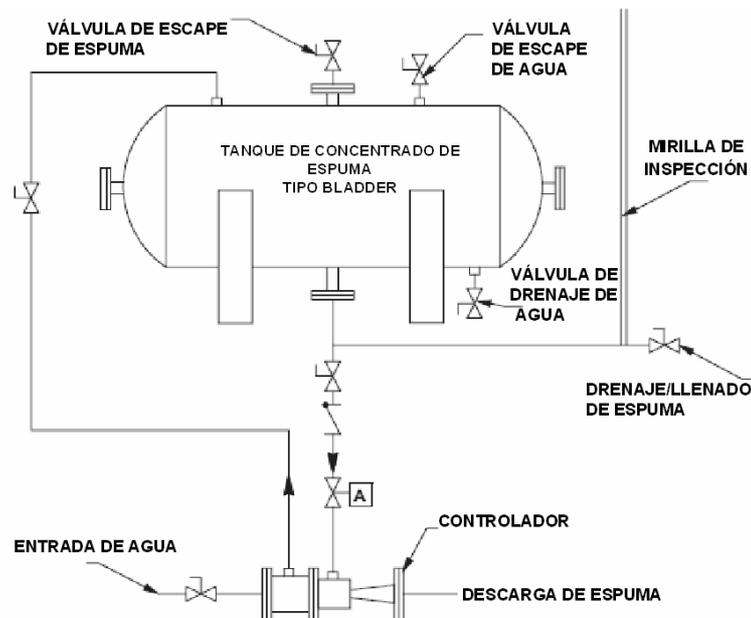
El tanque de concentrado de espuma es un recipiente de acero a presión que posee un saco interno que permite el almacenamiento de espumante, separando el agua del mismo. Durante la operación, el agua ingresa en el tanque gradualmente, desplazando el concentrado de espuma por aplastamiento del

saco, forzando a éste hacia el regulador proporcional aproximadamente a la misma presión de la línea principal de agua.

Después que el sistema es presurizado durante la operación, el saco puede ser rellenado con concentrado solo cuando el sistema no está en uso. Este tanque también puede ser aislado para permitir al sistema descargar solamente agua.

Las ventajas principales de esta instalación son sus bajos costos en mantenimiento y su simplicidad en la operación. Además, el regulador proporcionado no es sensible para variaciones bruscas de presiones.

Figura 1.11 Sistema de tanque proporcional tipo Bladder (saco)



- **Presión proporcional balanceada**

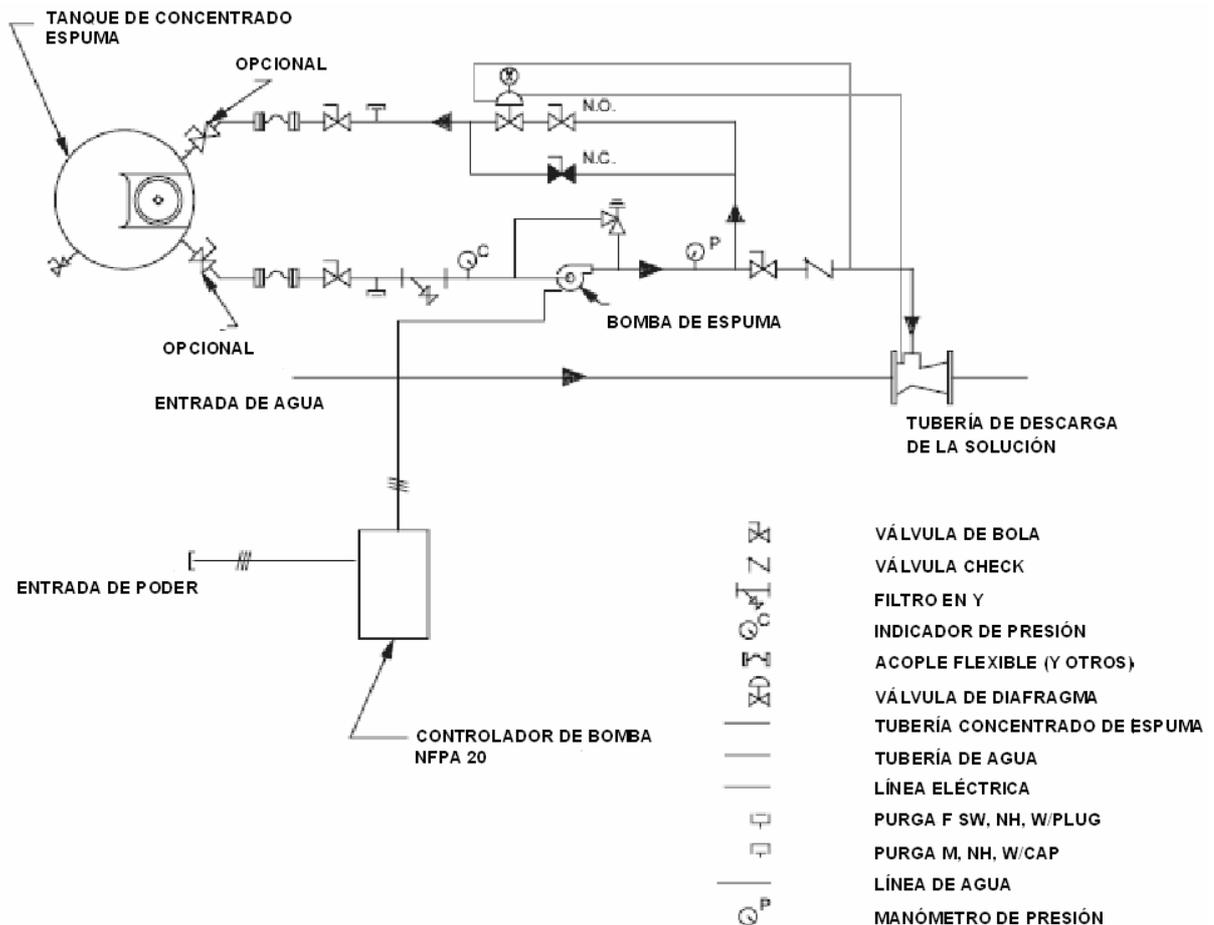
Los sistemas de dosificación de presión balanceada emplean una bomba de desplazamiento positivo la cual, suministra y presuriza el concentrado espumógeno proveniente de un tanque de tipo atmosférico para almacenamiento.

La bomba de espumógeno funciona normalmente con un motor eléctrico, y sus controles deben instalarse de acuerdo a lo que rige la norma NFPA 20 "Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection". Sin embargo, cuando

no se asegura el tener un continuo abastecimiento de electricidad, se puede utilizar motores a diesel para su funcionamiento.

Incluye un controlador proporcional de dimensiones correctas situado en la línea de conducción de agua para dosificar automáticamente y de manera exacta en una gran amplitud de caudales. Además se instala una válvula de diafragma que se utiliza para: 1) Controlar el exceso de flujo de espuma proveniente en la bomba, y 2) mantener la presión correcta de controlador proporcional, con el fin de suministrar una proporción adecuado de espumógeno y agua. En la figura 1.12 se detalla un esquema de un sistema de presión proporcional balanceada.

Figura 1.12 Sistema de presión proporcional balanceada



CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”

En este capítulo se hace una breve descripción de todos los equipos e instalaciones con los que cuenta la sala de calderos del Hospital de SOLCA. Se detalla los componentes, controles e instrumentos que posee cada máquina, así como también todos los sistemas y líneas que se transportan hacia el Hospital. Adjunto a esto se ubican fotografías y datos de placa correspondientes para cada equipo, igualmente se anexa la distribución de planta de toda el área, ver PLANO PSCS -1.

2.1 INTRODUCCIÓN

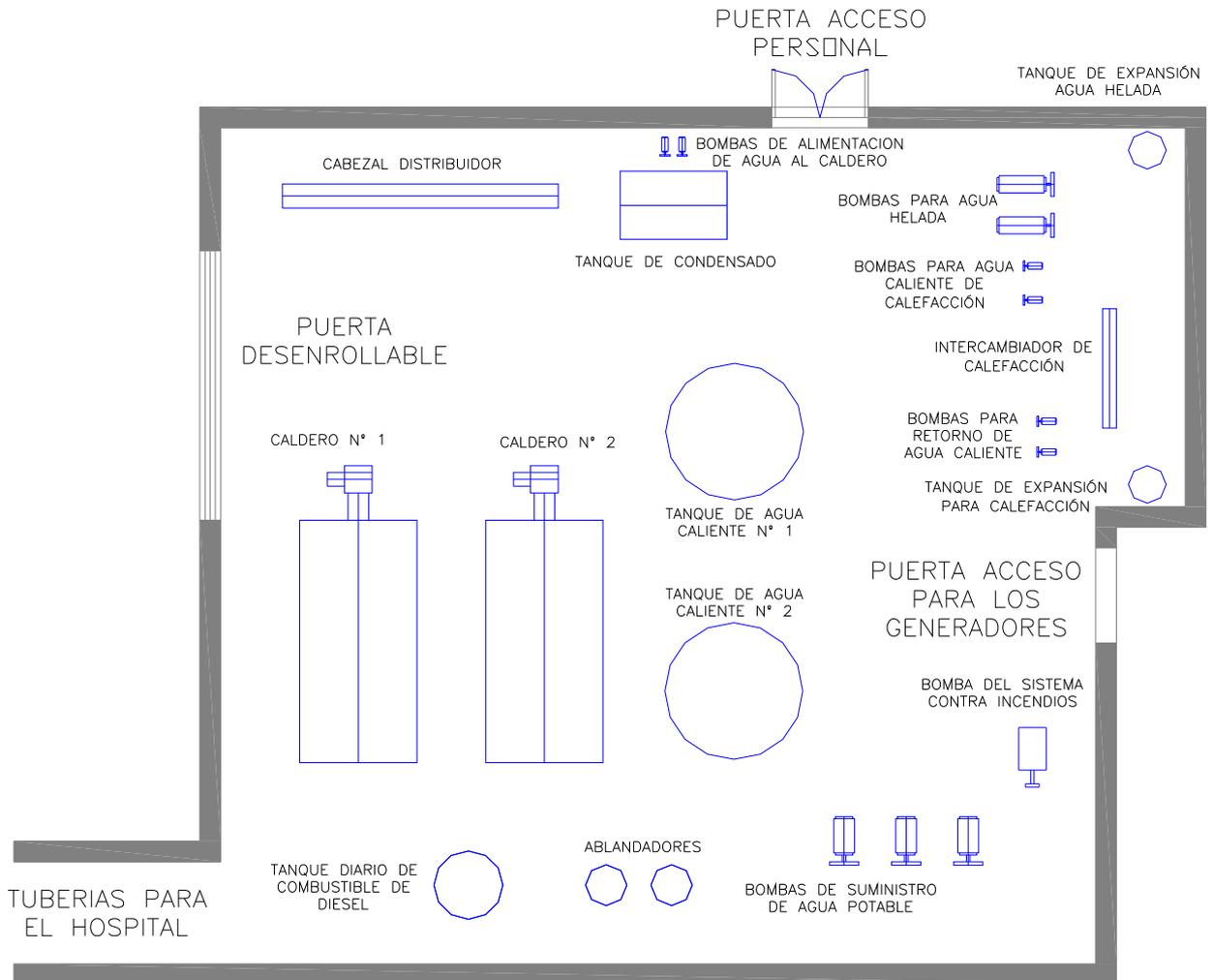
La sala de calderos se halla, por motivos de seguridad, en un edificio independiente de las oficinas y cuartos donde se encuentran el personal y los pacientes del Hospital. Aquí prácticamente nacen la mayoría de sistemas industriales que intervienen en el funcionamiento de la institución.

En la sala de calderos se tiene los sistemas de: Vapor, Combustible, Alimentación de agua, Condensado y purgas, Agua caliente, Agua helada y Contra incendios, los cuales serán detallados más adelante.

2.2 SALA DE CALDEROS

La sala de calderos es el lugar donde se genera y trata el vapor con el fin de obtener un fluido de alta calidad, para abastecer la demanda que requiere determinada instalación. El área de la sala tiene una superficie aproximada de 180 m², sector en el cual se encuentran distribuidos máquinas y equipos, como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1 Distribución de máquinas y equipos en la sala de calderos de SOLCA



2.3 SISTEMA DE VAPOR

El sistema de vapor está determinado por el caldero, que junto con los controles y la instrumentación necesaria constituyen el corazón del sistema. En este sistema se incluye además el cabezal de vapor, el mismo que distribuye el flujo de vapor hacia todos los consumos del Hospital.

2.3.1 CALDERO

El Hospital cuenta con dos calderos grandes de tipo piro-tubular horizontal, para la generación de vapor saturado. La tabla 2.1, muestra las principales características de estos generadores de vapor.

Tabla 2.1 Especificaciones técnicas de los calderos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Hurst
Procedencia	Estados Unidos
Serial	S358-150-9/9
Año de Construcción	1997
Tipo	Compacto, tres pasos
Potencia	150 Bhp
Presión de diseño	150 Psi
Presión de operación	100 Psi
Superficie de intercambio de calor	358 pies ²
Capacidad	4313 lb/h
Eficiencia	83 %
Tipo de combustible	Diesel
Diámetro de tubos de fuego	2½ pulgadas

La cámara de combustión es de tipo DRYBACK (Cámara seca), diseño que facilita el acceso a todos los tubos internos de fuego para su limpieza o reparación en labores de inspección y mantenimiento. Para la eliminación de sedimentos y lodos que se depositan en la parte inferior del domo está instalada una válvula de purga inferior de cierre rápido en cada caldero.

El aislamiento está conformado por un revestimiento de lana de vidrio de gran densidad de 2" de espesor, protegido por una chapa metálica que sirve como armazón. El caldero está equipado con cauchos sintéticos, empaquetaduras, capaces de resistir presiones y temperatura elevadas.

Para la salida de humos, se encuentran instaladas dos chimeneas con ductos de 12 pulgadas de diámetro y una longitud de 6 metros. Protegidas en lámina de acero recubiertas con pintura negra para altas temperaturas, con caperuza para el resguardo de aguas lluvias y vientos.

El caldero está instalado sobre una loza de hormigón y está sostenida a la misma por vigas, que sirven de soporte al quemador y al caldero propiamente dicho. La fotografía 2.1 muestra los dos calderos pirotubulares instalados en el Hospital.

Fotografía 2.1 Calderos pirotubulares de la sala de calderos de SOLCA



2.3.2. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

2.3.2.1 Control de bajo nivel de agua

El control de bajo nivel de agua prende y apaga la bomba de alimentación tanto como el nivel de agua de los calderos dicte, manteniendo los límites recomendados por los fabricantes.

El nivel del agua en la cámara del control de bajo nivel está relacionado con el nivel del agua en el caldero. Como el nivel del agua disminuye en el caldero al producirse vapor, el nivel y el flotador en el dispositivo también caen. Si el flotador desciende por debajo del nivel crítico de agua, dispara un interruptor eléctrico conectado con las bombas de alimentación, que la enciende. Este también es utilizado para interrumpir el circuito del quemador. El flotador cuenta con una válvula de drenaje tipo bola para eliminar impurezas.

Si el quemador se apaga inmediatamente, permanecerá desconectado hasta que el nivel del agua aumente hasta un punto de funcionamiento seguro. Cuando el agua sube hasta un nivel seguro, el control de bajo nivel de agua reestablece la conexión eléctrica, se prende la bomba y el quemador se enciende nuevamente.

Las características técnicas del control de bajo nivel de agua se muestran en la tabla 2.2 siguiente:

Tabla 2.2 Especificaciones del control de bajo nivel de agua

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	McDonnell & Miller
Modelo	Serie 157
Presión máxima	150 Psi

2.3.2.2 Control de presión

Un presóstato operativo está instalado en cada caldero, actúa sobre el quemador produciendo su arranque y detención según aumente o disminuya la presión del caldero y manteniendo las presiones de trabajo deseadas. En la tabla 2.3 se identifica las características del presóstato operativo.

Tabla 2.3 Especificaciones del presóstato operativo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Honeywell
Tipo	Pressuretrol
Modelo	L91-A
Lectura	100 Psi

Además están instalados dos presóstatos de seguridad graduados a una presión superior a la de trabajo, asegura un efectivo corte en caso de falla de los presóstatos operativos. La descripción técnica del presóstato de seguridad se indica en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Especificaciones del presóstato de seguridad

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Honeywell
Tipo	Pressuretrol
Modelo	L1404-A
Lectura	125 Psi

2.3.2.3 Control de seguridad

Los calderos están provistos de válvulas de seguridad tipo resorte. Son en un número de dos instaladas en cada caldero. Por motivos de seguridad se encuentran acopladas por medio de tubería a los mismos. Las válvulas de seguridad tienen las siguientes características, que se muestran en la tabla 2.5:

Tabla 2.5 Especificaciones de las válvula de seguridad

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Kunkle
Modelo	Serie 6000
Tipo	Resorte
Diámetro	2 pulgadas

2.3.3 OTROS INSTRUMENTOS

2.3.3.1 Manómetro

Un manómetro instalado para la medición de presión de vapor en cada caldero, consta de un sifón protectorio para evitar daños en el aparato. La temperatura de operación del medidor está entre -40°C y 160°C . La marca es Marshall Town, con un rango de operación de 0 a 300 Psi.

2.3.3.2 Termómetro

El termómetro es utilizado para medir la temperatura media de los gases de escape a la salida del caldero, se encuentra ubicado en la parte inferior de la chimenea. La marca del termómetro es Marshall Town, y su rango de operación es de $0-400^{\circ}\text{C}$.

2.3.3.3 Visor de nivel

El caldero está equipado con un indicador de nivel de agua, de tubo de cristal, que permite la observación visual de la cantidad de agua que contiene ésta. Estos

indicadores de nivel llevan grabada una señal bien visible que indica el nivel mínimo de agua que contendrá el caldero. Además tiene dos grifos de drenaje, los cuales permiten expulsar las sustancias extrañas que se depositan en el fondo del tubo. En la fotografía 2.2 se muestra todos los accesorios que posee cada caldero.

Fotografía 2.2 Accesorios del caldero



2.3.4 CABEZAL DISTRIBUIDOR

El distribuidor de vapor está construido en tubo de acero de 12" de diámetro por 4 metros de largo, forrado en cañuela de fibra de vidrio de 2" de espesor, recubierta con lámina de aluminio. Este cabezal tiene una salida inferior para drenaje de 1/2" provista de un arreglo de válvulas, conectada al sistema de purgas de la sala.

El distribuidor tiene las siguientes conexiones:

- Dos conexiones de vapor proveniente del caldero de 3" de diámetro.
- Una conexión de vapor a la lavandería de 2" de diámetro.
- Una conexión para la línea de dietética de 1 1/4" de diámetro.
- Una conexión para línea de esterilización de 1 1/4" de diámetro.
- Una conexión de línea de agua caliente de 2 1/2" de diámetro.
- Una conexión para calefacción de 1" de diámetro.
- Una conexión para válvula de seguridad de 1 1/4" de diámetro.

El aislamiento de toda la línea de vapor se realiza por medio de cañuelas de fibra de vidrio de alta densidad, recubierta con un lienzo especial. En la fotografía 2.3 se muestra el cabezal distribución de vapor con cada una de sus conexiones.

Fotografía 2.3 Cabezal distribuidor de vapor



2.4 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El combustible utilizado en la sala de calderos es diesel. Éste es transportado hacia el Hospital mediante tanqueros, que son los encargados de llevar el diesel a un sistema de almacenamiento general. Este sistema de almacenamiento cuenta con dos tanques generales con capacidad de 3500 galones, ubicados en la parte externa del cuarto.

Los tanques generales abastecen a un tanque diario ubicado en la parte interior de la sala. Este tanque diario provee el diesel dependiendo de la demanda de combustible que requiera el caldero.

El tanque diario tiene además dos conexiones suplementarias. La primera, sirve para alimentar al motor del sistema contra incendios del Hospital; y la segunda, para suministrar a dos tanques diarios, que abastecen a dos generadores de energía eléctrica en caso que sea necesario. Cada línea cuenta con tubería de alimentación y retorno de combustible.

2.4.1 QUEMADOR

El quemador que se utiliza en los calderos es de tipo modulante. El sistema de modulación usa una bomba de combustible de dos etapas con un bypass interno tipo boquilla para atomización por presión, un motor modulante que controla el posicionamiento de los reguladores de aire (damper), y una válvula reguladora de combustible, ajustada para permitir una cantidad controlada de diesel por el bypass de la boquilla.

La razón de encendido del quemador será suministrado por una chispa de ignición a gas para encender la llama principal del combustible. Para la llama principal de encendido la válvula de combustible normalmente cerrada será energizada, permitiendo que el combustible fluya a la boquilla.

La boquilla de combustible tiene un suministro de presión que es fijo, ajustando la presión de bomba de combustible. En el sentido de las agujas del reloj se incrementa la presión y en el sentido contrario de las agujas, la presión disminuye en la boquilla.

Las presiones en la boquilla de llama baja son tomadas por el regulador de la bomba de combustible, y será aproximadamente 300 Psi, con presiones para el bypass de boquilla de 60 hasta 100 Psi, estas presiones varían con el tamaño de la boquilla y condiciones de trabajo.

Después de un breve periodo de tiempo para que a llama baja se estabilice, el motor modulante maneja la relación aire/combustible para la posición de llama alta. Para este punto, los reguladores de aire se abrirán totalmente, la válvula de combustible modulante estará en la posición "cerrada" y la línea bypass de la boquilla será cerrada totalmente, poniendo presión total de combustible en la boquilla.

La presión de la bomba de combustible muestra aproximadamente 300 Psi y presiones para el bypass de 180 hasta 225 Psi. Una presión modulante controla

las razones de encendido modulares para la demanda de carga del sistema, mientras que mantiene razones apropiadas de aire/combustible. En general el quemador trabaja en relación de un medio de pulgada cuadrada de abertura de aire libre por cada 1000 Btu/h de razón de encendido.

Para el fin del ciclo de encendido, la válvula de combustible normalmente cerrada será de-energizada y el motor modulante posicionará los reguladores de aire y la válvula modulante para la posición de llama baja, preparándose para la siguiente secuencia de parada. En la fotografía 2.4 se muestra el quemador modulante y todos sus componentes.

Fotografía 2.4 Quemador modulante



2.4.2 GAS LICUADO DE PETRÓLEO

El fluido de ignición utilizado para producir la llama piloto es el gas licuado de petróleo (GLP). Este gas de ignición actúa cada vez que el quemador está apagado, el cual se inflama permitiendo que la boquilla se caliente para que al paso del combustible, éste se encienda.

Una vez que el combustible empieza a encenderse se corta el suministro de GLP y el combustible se quema con facilidad. Las especificaciones técnicas del quemador modulante se detallan en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Especificaciones del quemador mecánico

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	PowerFlame
Serial	49779514
Tipo	Modulante
Combustible	Diesel
Motor	5 Hp
Flujo de combustible	Max: 37.5 GPH
	Min: 10.1 GPH

2.4.3 TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE

El tanque diario de combustible es un cilindro metálico vertical con capacidad de 375 galones, construido en lámina de acero. El tanque está instalado con sus respectivos soportes en estructura metálica para resistir el peso del tanque más el combustible.

Está provisto de todas las conexiones necesarias para entrada, salida y retorno de combustible. Un visor de nivel utilizado para observar la altura de combustible en el tanque. Además consta con dos filtros separadores de agua y combustible instalados en el línea de ingreso al tanque, así como una tubería para purga de condensados conectada a la red de desagüe de la sala. El tanque diario de combustible se muestra en la fotografía 2.5.

Fotografía 2.5 Tanque diario de combustible



2.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

Este sistema tiene el propósito de proveer a los calderos la cantidad de agua necesaria para su funcionamiento. El suministro de agua se lo hace a través de un sistema de bombeo compuesto por tres bombas conectadas en paralelo, las cuales llevan el fluido que se encuentra en dos cisternas subterráneas, hacia la sala de calderos.

Cada cisterna subterránea tiene una capacidad de 40 metros cúbicos de agua. Cuando las bombas de agua no están en servicio por múltiples razones como pueden ser mantenimiento o por daño, el suministro de agua se lo realiza directamente desde la red de distribución de agua potable de la ciudad.

Estas bombas proveen una presión constante de suministro, mínima de 40 Psi y máxima de 60 Psi; dependiendo de la necesidad de agua, éstas se encienden y se apagan. Los datos técnicos de las bombas se detallan en las tablas 2.7 y 2.8.

Tabla 2.7 Especificaciones de las bombas de suministro de agua No.1 y 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Armstrong
Modelo	3X2.5X6 4080
Pump Capacity	267 GPM
Motor	15 Hp 3600RPM

Tabla 2.8 Especificaciones de la bomba de suministro de agua No.3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Armstrong
Modelo	15X1X6 4280
Pump Capacity	88 GPM
Motor	7.5 Hp 3600 RPM

Además, la sala de calderos cuenta con dos ablandadores, estos son los encargados de realizar el tratamiento al agua. El agua que se encuentra en las cisternas subterráneas es llevada primeramente hacia los ablandadores, para el proceso de desmineralización.

El agua tratada, posteriormente es llevada al tanque de retorno de condensado, donde se mezcla con los condensados producidos en toda la generación de vapor de la sala. Esta mezcla se lo realiza con el propósito de no desperdiciar el agua que proviene como condensados en el circuito de vapor, además al no necesitar ser tratada, se deposita directamente en el tanque.

El agua que se encuentra en el tanque de retorno es abastecida a los calderos a través de unas bombas, las que se encienden o se apagan dependiendo del nivel que se requiera. La tabla 2.9 muestra los datos técnicos de estas bombas.

Tabla 2.9 Especificaciones de las bombas de alimentación para los calderos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Franklin Electric
Modelo	1304270102
Velocidad	3450 RPM
Motor	5 Hp

Toda la tubería de agua es de acero, excepto la tubería que va desde el tanque de condensado hasta los calderos que es de cobre con el propósito de que el agua suministrada no se contamine en el trayecto. La fotografía 2.6 muestra las tres bombas de suministro de agua con su panel de control.

Fotografía 2.6 Bombas de suministro de agua



2.5.1 TRATAMIENTO DE AGUA

El tratamiento del agua en la sala de calderos consiste en un proceso de desmineralización regenerativo con resinas de intercambio iónico. A continuación se hace una breve descripción de las fases del proceso regenerativo en este tipo de ablandadores:

- Retro-lavado: la primera etapa de la regeneración durante la cual el lecho de resina es retro-lavado para liberarlo de la turbidez y del hierro.
- Aspiración de la salmuera: la solución de salmuera es aspirada del tanque de almacenamiento de la salmuera y entra en el lecho de resina.
- Enjuague lento: el enjuague de salmuera es lentamente forzado a través del lecho de resina, permitiendo que el sodio force los iones de calcio y magnesio para fuera del lecho de resina.
- Enjuague rápido: es forzado el pasaje rápido de agua bruta a través del lecho de resina para retirar la salmuera residual y los iones de calcio y magnesio.
- Completar el tanque de salmuera: el tanque de salmuera es completado con agua para quedar preparado para el próximo ciclo de regeneración.

Este sistema de ablandamiento trabaja a una presión de 66 Psi, constituido por un tanque de salmuera, dos tanques ablandadores y una válvula multi-vías para la regeneración.

El tanque de salmuera es un depósito que se utiliza como almacenaje de la sal e indispensable para el sistema de dosificación. Conjuntamente actúa una válvula automática para salmuera que controla la succión de la sal y el relleno del tanque luego de la regeneración.

La válvula para la regeneración es una válvula de control de varias vías que incorpora un inyector de salmuera. Cambiando la posición de la válvula direcciona el flujo de agua requerido para la regeneración.

Después de cada regeneración, el agua fluye a la válvula multi-vías a través de la válvula para salmuera y entra al tanque. Luego que un volumen considerado ha entrado al tanque, el flujo proveniente de la válvula se corta.

Durante el paso de succión de salmuera, el inyector en la válvula de regeneración crea una succión que abre la válvula de salmuera y manda la sal dentro del tanque ablandador. Cuando el volumen deseado de sal ha sido evacuado, el flotador de la válvula de salmuera se cierra automáticamente, previniendo la entrada de aire al sistema.

La fotografía 2.7 muestra el sistema de tratamiento de agua con el tanque de salmuera y los dos ablandadores.

Fotografía 2.7 Sistema de tratamiento de agua



2.6 SISTEMA DE CONDENSADO Y PURGAS

El sistema de condensado y purgas está diseñado de tal manera que recoge todo el condensado producto del intercambio de calor del vapor con los diferentes sistemas y estos son: condensado producto del calentamiento del agua que se

utiliza en la calefacción del Hospital, el condensado debido al calentamiento del agua en los tanques de agua caliente, los condensados que retornan del Hospital productos de las líneas de esterilización, dietética y lavandería, el condensado que se recoge del cabezal distribuidor y el condensado del intercambiador de calefacción. Estos son recolectados en el tanque de retornos el cual alimenta de agua tratada a los calderos.

Un porcentaje de purgas se elimina a través de un depósito subterráneo de desagüe que contiene agua para evitar que no salga en forma de vapor hacia el ambiente. El condensado eliminado es proveniente de las purgas de los calderos, purgas de los tanques de condensado y del tanque diario de combustible, estos no pueden ser mezclados en el tanque de retornos debido que tienen demasiadas impurezas.

2.6.1 TANQUE DE RETORNO DE CONDENSADO

El tanque de retorno tiene una capacidad de 1220 litros (320 galones), es de tipo cilíndrico horizontal, fabricado en lámina de acero. El sistema cuenta con un visor de nivel que permite observar fácilmente la altura del agua en el tanque. El cilindro está montado sobre una base metálica en ángulo de acero, en la parte superior de la sala de calderos. En la fotografía 2.8 se muestra el tanque de condensado ubicado en la parte superior del cuarto.

Fotografía 2.8 Tanque de retorno de condensado



2.7 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN

El sistema de agua caliente para calefacción forma un circuito cerrado, el agua caliente pasa por un intercambiador de calor denominado UMA, en este intercambiador se suministra aire, el cual es calentado al entrar en contacto con el serpentín de agua. Este aire caliente producido, es utilizado para acondicionamiento de todas las áreas del Hospital, cuando así se lo requiera.

Para mantener todo el circuito en continuo funcionamiento, se utiliza dos bombas instaladas en el circuito cerrado del sistema. Los datos de placa de las bombas para agua caliente se detallan en la tabla 2.10.

Tabla 2.10 Especificaciones de las bombas de agua caliente para calefacción

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	1303022112
Voltaje	208 - 230 / 460
Potencia	0.75 Hp
Velocidad	3450 RPM
Frecuencia	60 Hz

Una vez que el agua es utilizada, ésta debe ser nuevamente calentada a través de un intercambiador de calefacción. La temperatura del agua caliente para calefacción del Hospital es de 80° C, valor que es regulado por termostatos.

2.7.1 INTERCAMBIADOR DE CALEFACCIÓN

Este intercambiador permite calentar nuevamente el agua que ha sido utilizada en el proceso de calefacción del Hospital. El calentamiento se realiza a través de vapor, éste intercambia calor con el agua del circuito cerrado, y su condensado regresa al tanque. Las especificaciones técnicas del intercambiador se ubican en la tabla 2.11.

Tabla 2.11 Especificaciones del intercambiador de calefacción

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Armstrong
Serial	81668
Máxima presión de trabajo (MAWP)	150 Psi
Temperatura de metal de diseño mínima (MDMT)	35° F

El vapor de calefacción tiene una presión de 100 Psi. La presión de trabajo del intercambiador es de 20 Psi, valor que se regula por una válvula reductora de presión instalada en la línea. La fotografía 2.9 muestra el intercambiador de calefacción con su válvula reductora de presión.

Fotografía 2.9 Intercambiador de calefacción

2.7.2 TANQUE DE EXPANSIÓN DE CALEFACCIÓN

El tanque de expansión es utilizado para compensar la dilatación de la tubería mientras se calienta la instalación. Este tanque está conectado con la línea de suministro de agua caliente. Los datos de placa del tanque se muestran en la tabla 2.12.

Tabla 2.12 Especificaciones del tanque de expansión de calefacción

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Extrol
Año de construcción	1997
Presión Máxima	125 Psi
Capacidad	200 litros

2.8 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA EL HOSPITAL

El agua caliente que se utiliza en el Hospital, es usado en duchas, lavamanos y en todas las labores en que el personal necesite estrictamente agua caliente.

El agua proveniente de la red ingresa en dos tanques de agua caliente, cada uno contiene un serpentín, a través del cual circula vapor e intercambia calor para el calentamiento del agua. Además existe un sistema de retorno de agua caliente, en el que el agua regresa a los tanques con ayuda de una bomba, volviéndose a mezclar con el agua que suministra la red.

2.8.1 TANQUES DE AGUA CALIENTE

Los tanques de agua caliente son de tipo cilíndrico vertical con capacidad de almacenamiento de 2250 galones cada uno, construido en láminas de acero, aisladas en lana de vidrio de 2" de espesor y forradas en lámina de aluminio.

Su funcionamiento nace desde que el agua fría entra al tanque y absorbe el calor suministrado por el vapor por convección, aumentando la temperatura del volumen de agua. El tanque posee interiormente un serpentín de cobre, por donde circula el vapor que va a transmitir el calor necesario para alcanzar la temperatura deseada del agua.

La presión de vapor para calentar el agua en los tanques es de 20 Psi. Ésta se obtiene por la acción de una válvula reductora que baja de 100 Psi (línea de vapor) al valor mencionado. La temperatura del agua caliente para todos los usos es de 55° C, temperatura regulada por un termostato.

Estos tanques están diseñados para las condiciones del Hospital, es decir, para calentamiento del volumen de agua de consumo, así como una reserva dependiendo de la demanda. En la fotografía 2.10 se muestra el tanque de agua caliente No. 2.

Fotografía 2.10 Tanque de agua caliente No. 2



2.9 SISTEMA DE AGUA HELADA

La red de agua helada forma un circuito cerrado, circulando por todo el Hospital, para proveer aire acondicionado en las instalaciones. El agua helada pasa por un equipo denominado UMA, este sistema cuenta con una alimentación de aire que al circular por el serpentín de agua fría, enfría el aire.

Una vez que el agua es utilizada regresa hacia un intercambiador de calor denominado CHILLER el cual permite que el agua utilizada nuevamente se enfríe; este aparato consta de unos ventiladores que enfrían el agua, permitiendo su reutilización. El CHILLER se encuentra ubicado en la parte externa del cuarto, junto a las cisternas subterráneas para suministro de agua.

El sistema tiene dos bombas que permiten la recirculación del agua. Estas proveen una presión constante de suministro de 70 Psi. La fotografía 2.11 muestra la línea de agua helada recubierta por láminas de aluminio y conectadas con las dos bombas. Los datos de placa de las bombas de agua helada se detallan en la tabla 2.13.

Fotografía 2.11 Bombas de agua helada**Tabla 2.13 Especificaciones de las bombas de agua helada**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Armstrong
Modelo N°	3X2X10 4280
Pump Capacity	223 GPM
Motor	10 Hp 1800RPM
Serial N°	83412

2.9.1 TANQUE DE EXPANSIÓN DE AGUA HELADA

El tanque de expansión es utilizado para compensar la contracción de la tubería mientras se enfría la instalación. Este tanque está conectado con la línea de suministro de agua helada. Los datos de placa de este tanque se muestran en la tabla 2.14.

Tabla 2.14 Especificaciones del tanque de expansión de agua helada

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Extrol
Año de construcción	1997
Presión Máxima	125 Psi
Capacidad	200 litros

2.10 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El sistema contra incendios que se encuentra en el cuarto de calderos no sirve como protección para la sala, sino únicamente para las instalaciones del Hospital. Este sistema está conformado por: un motor a diesel con su bomba principal y una bomba jockey.

La bomba jockey es la encargada de mantener la red presurizada con un valor de 80 Psi, además permite compensar pequeñas fugas que producen caídas de presión en la línea. Cuando un incendio es declarado, se abren puntos de consumo en toda la red y la presión de la misma comienza a disminuir. Cuando la presión de la red es inferior a la presión consigna de la bomba principal, ésta se pone en funcionamiento de forma automática.

2.10.1 BOMBA PRINCIPAL

La bomba principal está destinada a suministrar el caudal y la presión que requiera la instalación contra incendios. Ésta es accionada con un motor diesel. Las características de la bomba principal del sistema contra incendios se establecen en la siguiente tabla 2.15.

Tabla 2.15 Especificaciones de bomba principal contra incendios

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Armstrong
Modelo N°	1.5X1X8 4030
Pump Capacity	75 GPM

2.10.2 BOMBA JOCKEY

Esta bomba es eléctrica, de pequeña capacidad, es instalada debido que es capaz de suministrar elevadas presiones, caudales moderados con potencias reducidas. Mantiene presurizada la instalación compensando las posibles pérdidas que puedan originarse. Las características de la bomba Jockey se detallan en la tabla 2.16.

Tabla 2.16 Especificaciones de la bomba jockey

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	G.L Pumps
Motor	2 Hp 3500 RPM
Presión	230 Psi máx.
Temperatura	250° F máx.

2.10.3 MOTOR DIESEL

El motor diesel es el que acciona la bomba principal y es abastecido por una línea que proviene del tanque diario de combustible. Cuenta con los siguientes componentes: un tacómetro, filtros y manómetro para presión de aceite. El sistema contra incendios del Hospital se muestra en la fotografía 2.12.

Fotografía 2.12 Sistema contra incendios del Hospital

CAPÍTULO 3

INSPECCIONES DE SEGURIDAD Y EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

En este capítulo se va a realizar Inspecciones de Seguridad en la sala de calderos de SOLCA, las cuales incluyen: Dimensiones y Superficie de Trabajo, Aseo, Orden y Limpieza, Sistema contra Incendios, Equipos de Protección Personal, Instalaciones Eléctricas, Tanques de Combustible y Señalización.

Posteriormente, se establecerá una Evaluación de Riesgos Laborales que contiene un análisis general de toda la sala de calderos y una descripción más detallada por áreas. Anexo a esto se incluirá Formatos de Inspección y Medidas Preventivas, así como un Mapa de Riesgos de toda la sala, ver PLANO PSCS-2.

3.1 INTRODUCCIÓN

Para verificar constantemente que la sala de calderos del Hospital donde labora el personal de mantenimiento cumple un mínimo de normas de Seguridad e Higiene Industrial, es necesaria la realización de inspecciones, que permitan localizar y evaluar los riesgos de cada instalación y sistema de la sala, con el fin de establecer las medidas necesarias para prevenirlos.

3.2 ANTECEDENTES

El Hospital Oncológico Solón Espinosa Ayala (SOLCA) no tiene establecido un programa de inspecciones ni tampoco una planificación correcta de acciones preventivas en la sala de calderos, en lo concerniente a Seguridad e Higiene Industrial; esto permite un incremento en la probabilidad de que se susciten accidentes en el trabajo.

3.3 INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Las Inspecciones de Seguridad descritas anteriormente, serán analizadas a continuación:

3.4 INSPECCIÓN DE DIMENSIONES Y SUPERFICIE DE TRABAJO

Las Inspecciones de Dimensiones y Superficie de Trabajo están referidas a las condiciones del piso donde se asienta toda la maquinaria y equipos en la sala, así como una observación de todas las dimensiones del cuarto, en relación a la ubicación de los calderos.

3.4.1 SUPERFICIE DE TRABAJO

El piso de la sala de calderos tiene una resistencia estructural compuesta de concreto impermeabilizado con pintura, con pequeños desniveles para poder ubicar los equipos. No se presenta algún tipo de hundimiento, ni destrucción de la superficie por alguna manipulación de maquinaria o descuido del personal.

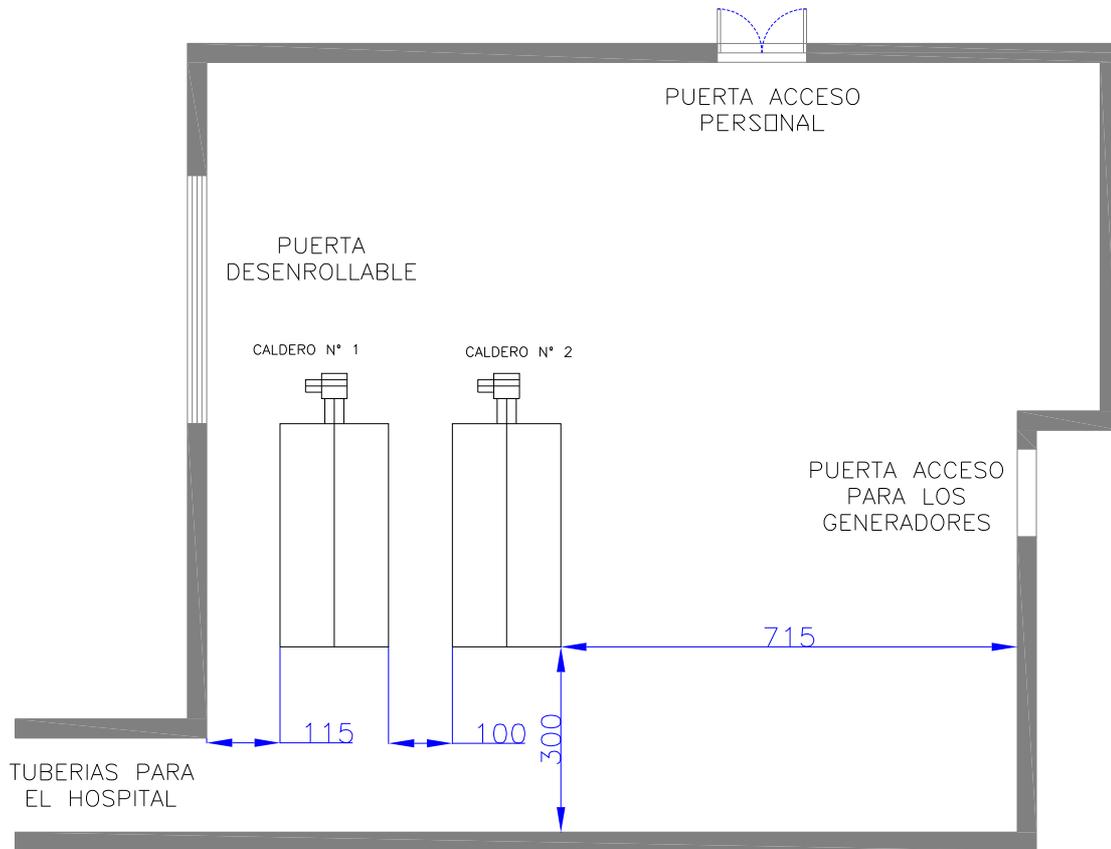
Se observa que puede soportar el peso de los equipos instalados sin ningún riesgo de sobrecarga, teniendo más cuidado en calderos, tanques de agua caliente y tanque diario de diesel, que son los elementos que mayor presión ejercen sobre el piso.

3.4.2 DIMENSIONES

El espacio destinado para los calderos es bastante limitado, de modo que no pueden realizarse adecuadamente todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

En la figura 3.1, se muestra la distribución de los calderos pirotubulares en la sala, considerando principalmente las distancias con los cerramientos, así como con el nivel de la tubería de vapor más próxima.

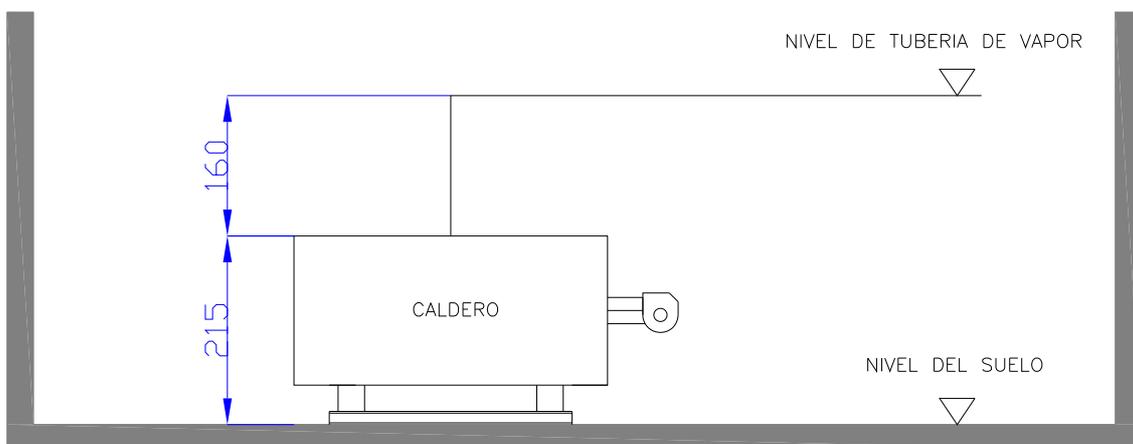
Figura 3.1 Distancias de los calderos de SOLCA con los cerramientos



Nota: Las dimensiones están en [cm.]

La figura 3.2 revela la vista lateral de la sala de calderos, con la salida de la línea principal de vapor que se transporta por la parte superior del cuarto.

Figura 3.2 Distancia de los calderos de SOLCA con el nivel de tubería de vapor



Nota: Las dimensiones están en [cm.]

3.5 INSPECCIÓN DE ORDEN, ASEO Y LIMPIEZA

El orden, aseo y limpieza es un aspecto fundamental para mantener buenas condiciones de seguridad en la sala de calderos. La inspección se basa en verificar la limpieza de pisos, paredes, maquinaria y sistemas de iluminación, incluyendo la ubicación de los implementos de aseo en la sala. Un formato general FSCS-1 muestra algunos puntos a considerar para esta inspección, de los cuales los más importantes se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Inspecciones de orden, aseo y limpieza

INSPECCIÓN	SI	NO
Las paredes están limpias y en buen estado	X	
El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia		X
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario	X	
Los pasillos y zonas de mantenimiento están libres de obstáculos	X	
Las máquinas se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario	X	
Los implementos de limpieza y aseo están ubicados en sitios específicos en la sala	X	

La tabla 3.1 indica que en general, la sala no tiene problemas en aspectos de aseo y limpieza; sus paredes y pisos están en buenas condiciones, libres de polvo, agua y sustancias aceitosas que puedan producir alguna caída. El sistema de iluminación se mantiene limpio, pero su rendimiento no es acorde con lo que requiere la sala (Ver Capítulo 4, apartado 4.13.3).

3.6 INSPECCIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Todas las medidas dispuestas en la sala de calderos del Hospital con el fin de protegerle contra la acción del fuego conforman un sistema de protección contra incendios. A continuación se establece un listado en base al formato de inspección general FSCS-2 de Protección Contra Incendios.

Tabla 3.2 Inspecciones del sistema contra incendios

INSPECCIÓN	SI	NO
Se tiene un sistema de aviso de incendios (pulsadores de alarma y alarma)	X	
Se hacen pruebas de estos sistemas periódicamente		X
Se tiene rótulos de señalización y alumbrado de emergencia para facilitar el acceso al exterior del edificio		X
Se cuenta con puertas cortafuego	X	
La sala cuenta con un plan completo de evacuación y de emergencia		X
Se tiene un sistema fijo contra incendios que garantice la cobertura de toda el área del cuarto		X
Se hace inspección regular de los gabinetes contra incendios	X	
Los extintores portátiles son suficientes y adecuados en número y tipo	X	
Los extintores están plenamente identificados y libre de obstáculos		X
Los extintores portátiles se recargan periódicamente y se reportan en las tarjetas de uso	X	
Reciben entrenamiento periódico todos los empleados sobre el uso de los extintores portátiles		X

La tabla 3.2 muestra que el Sistema de Protección contra Incendios de la sala cuenta con pulsadores de alarma, extintores portátiles e incluso puertas cortafuego, los cuales ayudarían con la defensa en un posible incendio.

La principal deficiencia se ciñe a que todos los trabajadores de la sala no tienen conocimiento respecto al manejo de emergencias y evacuación, especialmente en el aspecto de actuación ante un siniestro.

Además, la sala de calderos no cuenta con una Instalación fija contra incendios, un Sistema de Rociadores, ni mucho menos un Sistema de Detección y Alarma. En el Capítulo 7 se realiza un diseño de un sistema completo para toda sala de calderos, incluyendo el área de los generadores y los tanques de almacenamiento de GLP.

3.6.1 INSPECCIÓN DE EXTINTORES

La inspección de los extintores se va a efectuar de acuerdo a la disposición que éstos tengan en el cuarto, en relación a la altura promedio al suelo, al tipo utilizado, y a su ubicación y número.

La sala cuenta con dos extintores, uno en la parte interior y otro en la parte externa. La tabla 3.3 detalla la condición actual de los extintores.

Tabla 3.3 Inspecciones de extintores

UBICACIÓN	No. EXTINTORES	TIPO DE EXTINTOR	EFICACIA	ALTURA AL SUELO [m.]
Parte externa	1	Polvo Químico Seco	4A - 60B	1.50
Parte interna	1	Polvo Químico Seco	4A - 60B	1.30

3.7 INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

La inspección se realiza en base a una revisión general sobre la utilización de los implementos de protección personal en las labores industriales en la sala de calderos. La tabla 3.4 muestra estas consideraciones.

Tabla 3.4 Inspecciones de equipos de protección personal

INSPECCIÓN	SI	NO
Se utiliza protección en los pies en donde exista el riesgo de lesiones por superficies calientes, corrosivas, u objetos que puedan caer		X
Se suministran cascos de seguridad en áreas donde se puedan impactar con objetos		X
Se utilizan todo el tiempo gafas de seguridad donde exista el riesgo de lesiones a los ojos como punciones, abrasiones, contusiones o quemaduras		X
Se tienen equipos especiales para realizar trabajos eléctricos como guantes dieléctricos, cascos dieléctricos, zapatos dieléctricos, etc		X
Se suministra protección respiratoria en las áreas donde existen partículas o vapores y gases químicos	X	
Se utilizan orejeras o tapones auditivos en áreas donde se exceda el ruido, para una jornada normal		X

La tabla 3.4 determina que prácticamente no se tiene establecido un procedimiento de Equipos de Protección Personal para los trabajadores. Los riesgos en la sala determinan la necesidad de implementar equipos nuevos.

Únicamente se cuenta con algunos equipos básicos como: cascos de seguridad, gafas de seguridad, mascarillas, tapones auditivos, botas de seguridad, guantes y mandiles; pero no se tiene implementos para realizar trabajos eléctricos ni para manejo de combustibles. Un formato de inspección de Equipos de Protección Personal en que se basa la tabla 3.4 se muestra en FSCS-3.

3.8 INSPECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas deben estar en condiciones óptimas de funcionamiento ya que una chispa de ignición puede provocar un incendio dentro de la sala de calderos. Un diagnóstico detallado se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Inspecciones de instalaciones eléctricas

INSPECCIÓN	SI	NO
Los empleados reportan lo antes posible riesgos que se puedan presentar al realizar trabajos eléctricos	X	
Los equipos y extensiones eléctricas tienen conexión a tierra	X	
Los paneles de control están protegidos por medio de cajetines	X	
Existen cables en buen estado, en todas las conexiones		X
Se reparan de manera inmediata los cables que tengan deteriorado su aislamiento		X
Se tiene localizado a través de planos las instalaciones eléctricas	X	
Se encuentran etiquetados e identificados los conmutadores e interruptores de los equipos	X	
Antes de cambiar los fusibles se desconectan todos los equipos y la fuente de poder	X	
Se encuentran fácilmente a la vista los controles para desconectar equipos	X	
Los trabajadores que realizan trabajos eléctricos han recibido capacitación en esta materia y entrenamiento de primeros auxilios		X

La tabla 3.5 muestra que existen precauciones y protección en todas las instalaciones eléctricas de la sala. El panel de control del cuarto y el panel para suministro de presión constante de agua a los calderos, están protegidos dentro de unos cajetines los cuales proveen seguridad para el control de todas las variables.

Algunas instalaciones eléctricas, especialmente cables, están sin protección, esto puede conllevar a un cortocircuito o incluso a un incendio, para lo cual se debería establecer una revisión inmediata de dichos sistemas. Un formato de inspección de instalaciones eléctricas en el que se basa la tabla 3.5 se muestra en FSCS-4.

3.9 INSPECCIÓN DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

Los combustibles que intervienen en la sala son el diesel y el gas licuado de petróleo (GLP). La inspección se basa verificando procedimientos en almacenamiento, manejo y parámetro de seguridad de ambas sustancias, la tabla 3.6 muestra los principales puntos a considerar en estos compuestos.

Tabla 3.6 Inspecciones de tanques de combustible

INSPECCIÓN	SI	NO
Los tanques que se utilizan para almacenar los combustibles son metálicos y adecuado para este fin	X	
Se encuentran debidamente identificado y señalizado en los tanques el tipo de combustible almacenado		X
Los tanques de almacenamiento cuenta con una piscina de contención de volumen adecuado		X
Se cuenta con un procedimiento en caso de fuga o derrame de combustible		X
Los tanques de almacenamiento se encuentran sobre plataformas fijas o de concreto	X	
Se cuenta con extintores de capacidad suficiente de polvo químico seco en las cercanías de los tanques	X	
Se disponen de la hojas de seguridad (MSDS) de ambos combustibles		X
Se conocen criterios de incompatibilidad para almacenamiento de ambas sustancias		X

La tabla 3.6 establece que en aspectos generales, el almacenamiento y manejo de ambos combustibles tiene parámetros de seguridad mínimos, pero existe alguna carencia en relación a la identificación y señalización de los tanques.

La mayor deficiencia que se puede apreciar es el desconocimiento de hojas de seguridad MSDS, que permiten mejorar los procedimientos de manejo y almacenamiento. Una inspección detallada sobre el manejo de tanques de combustible se puede ver en el formato FSCS-5.

3.10 INSPECCIÓN DE SEÑALIZACIÓN

La sala básicamente no cuenta con ningún tipo de señalización de seguridad tanto en la parte interna como externa, existen únicamente letreros para identificación de los dos extintores portátiles instalados en el edificio.

En relación a los equipos y maquinaria, cada una tiene su nombre específico bien identificado y visible.

Con respecto a la identificación de tuberías, todas las líneas que se transportan en la sala indican la dirección de flujo sea éste alimentación o retorno y el nombre del sistema. Un completo procedimiento de señalización se mostrará en el Capítulo 4 apartados 4.4 y 4.5.

Las inspecciones realizadas permitirán localizar y evaluar los riesgos de cada instalación. En los epígrafes siguientes se realizará una evaluación general de riesgos laborales a la sala de calderos de SOLCA.

3.11 EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA SALA DE CALDEROS

La evaluación de riesgos laborales en la sala de calderos de SOLCA se realiza a todas las instalaciones y áreas de actividad del cuarto. A continuación se establece los sistemas en que se basa el análisis de esta evaluación:

- Área 1. Sala de Calderos
- Área 2. Sistema de Vapor
- Área 3. Sistema de Combustible
- Área 4. Sistema de Alimentación de agua
- Área 5. Sistema de Condensado y purgas
- Área 6. Sistema de Agua Caliente para Calefacción
- Área 7. Sistema de Agua Caliente para el Hospital
- Área 8. Sistema de Agua Helada
- Área 9. Sistema Contra Incendios

3.12 CRITERIOS SEGUIDOS EN LA EVALUACIÓN

Para realizar este estudio se sigue la metodología de la Directiva 89/391/CEE ⁽¹⁾ que basa la estimación del riesgo para cada peligro identificado; determinando la potencial severidad del daño, es decir, gravedad o consecuencias, y la probabilidad entendida como posibilidad o frecuencia que ocurra el hecho. Por tanto, la evaluación de riesgos consistirá en lograr estimar objetivamente la gravedad de lo que puede acontecer y la probabilidad de materializarse.

3.13 ANÁLISIS DEL RIESGO

El análisis del riesgo consta de dos etapas: la identificación y la estimación del peligro. Este análisis proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo.

⁽¹⁾ Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales de España, Ley de prevención de Riesgos laborales, Directiva Marco 89/391/CEE (Anexo 2).

3.13.1 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

El proceso de identificación de peligros se lo hace categorizando a éstos por su origen ⁽²⁾, teniendo en cuenta las instalaciones y las condiciones de trabajo de los empleados. Para lo cual se elabora una lista no exhaustiva de los principales riesgos que se pueden suscitar en la sala, considerando una descripción de cómo puede producirse el riesgo, ver Anexo 1.

3.13.2 ESTIMACIÓN DEL RIESGO

Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

3.13.2.1 Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino. En la siguiente tabla 3.7 se observa estas consideraciones.

Tabla 3.7 Potencial severidad del daño

Ligeramente Dañino	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes leves • Irritación de los ojos por polvo • Dolor de cabeza 	<ul style="list-style-type: none"> • Disconfort • Molestias e irritación
Dañino	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes • Quemaduras • Conmociones • Torceduras importantes • Fracturas menores • Sorderas 	<ul style="list-style-type: none"> • Asma • Dermatitis • Trastornos músculo-esqueléticos • Enfermedad que conduce a una enfermedad menor
Extremadamente Dañino	<ul style="list-style-type: none"> • Amputaciones • Fracturas mayores • Intoxicaciones • Lesiones múltiples 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones fatales • Cáncer y otras enfermedades crónicas incluso la muerte

⁽²⁾ Clasificación de riesgos laborales: Físicos (F), Químicos (Q), Mecánicos (M), Biológicos (B) y Ergonómicos (E), ver capítulo 1.

3.13.2.2 Probabilidad de que ocurra el daño

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá muy rara vez.

La probabilidad es el resultado de dos variables: la frecuencia con la que puede presentarse esa situación y la posibilidad de que se den juntas todas las circunstancias necesarias para que se produzca el daño.

La tabla 3.8 nos da el método que se va a utilizar para estimar los niveles de riesgo encontrados en la sala de calderos de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Tabla 3.8 Niveles de riesgo

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
PROBABILIDAD	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

3.14 VALORACIÓN DE RIESGOS

En la siguiente tabla 3.9, se muestra el criterio utilizado como punto de partida para la toma de decisión. Además se indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

La valoración de riesgo consiste en, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

Tabla 3.9 Valoración del riesgo

RIESGO	ACCIÓN
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

3.15 FICHAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

Se incluye a continuación las fichas de Evaluación de los Riesgos Laborales por cada área de trabajo. En cada ficha queda reflejada la identificación de los posibles peligros junto a las causas o factores que producen los mismos, así como una estimación del riesgo según el método descrito en los apartados anteriores. Se adjunta un formato de Evaluación de Riesgos Laborales (FSCS-6) que puede ser utilizada para cualquier área de trabajo en el Hospital.

3.15.1 SALA DE CALDEROS

SALA DE CALDEROS					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Espacio Inadecuado: La vía de circulación por la parte lateral del caldero No.2 tiene un espacio muy pequeño, debido que cerca a éste pasa un tramo de la línea de agua potable. Este inconveniente es muy peligroso para el personal que trabaja en el área.	Mecánico			X			X						X	Se debe corregir el tramo de tubería inmediatamente, mientras tanto usar EPP adecuado para el caso. Es preferible no pasar por este sector.
2. Contacto térmico: Esto se presenta debido a que el tramo de la tubería desde el caldero hasta el cabezal distribuidor está sin aislamiento. Además algunas tuberías que conducen vapor para los diferentes consumos en el Hospital no tienen ningún tipo de protección.	Físico			X		X							X	Reparar las partes de tuberías que están sin aislamiento o en su defecto utilizar EPP adecuado. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2. Según norma UNE 9013:1992 "Sala de calderos" Todas las superficies cuya temperatura exceda de 80 °C deben tener aislamiento, para evitar algún peligro (Anexo 2).
3. Caídas al mismo nivel: Los pisos se vuelven resbaladizos cuando entra el agua a la sala, esto se presenta como un riesgo para el personal que trabaja dentro del cuarto.	Mecánico		X			X						X		Se debe limpiar el piso, además tener cuidado al pasar por este sector. Ver Capítulo 4, apartado 4.2.1.

4. Iluminación: Esto se presenta debido a que algunas lámparas para iluminación están en mal estado.	Físico	X					X			X			Se tiene que reparar de inmediato las lámparas en mal estado ya que pueden provocar incendios. Ver Capítulo 4, apartado 4.13.
5. Orden y Limpieza: Esto se puede presentar en el caso que haya obstáculos o los suelos están cubiertos de grasas, aceites, o desperdicios, en la sala no se encontró ningún tipo de desperfecto.	Mecánico	X				X			X				N/A
6. Ruido: Se presenta sobre todo en los calderos donde hay más ruido.	Físico			X	X					X			Se debe usar EPP adecuado. Ver Capítulo 4, apartado 4.15.

3.15.2 SISTEMA DE VAPOR

CALDEROS					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO, QUÍMICO, ERGONÓMICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Sustancias que pueden causar daño al inhalarse: Los calderos emanan vapores o gases perjudiciales al momento de realizar inspecciones internas o mantenimiento.	Químico		X				X					X		Se debe usar EPP adecuado en las labores de inspección y mantenimiento de calderos. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.

<p>2. Incendios y/o explosiones: Esto se puede presentar debido a una sobrepresión en el interior del caldero, alguna chispa producida en el quemador o por negligencia del operador.</p>	Físico	X					X				X		Es necesario tener un plan de seguridad completo para calderos para evitar cualquier tipo de accidente. De igual manera, es necesario capacitar al operador sobre normas de seguridad en la sala. Ver capítulo 5.
<p>3. Temperaturas extremas: Cuando las temperaturas son altas puede producirse en el operador estrés térmico. Esto se presenta por la falta de ventilación en la sala, especialmente en la zona de los calderos.</p>	Ergonómico			X	X						X		Se debe realizar un reacondicionamiento del lugar, modificando el diseño de la ventilación, en relación a la distribución de las tomas de aire, así como del área para ingreso de las corrientes. Ver Capítulo 4, apartado 4.14.
<p>4. Caídas al mismo nivel: Se presenta debido principalmente en las válvulas de purga de fondo que tiene los calderos en la parte trasera.</p>	Mecánico		X			X					X		Se debe tener cuidado al pasar por este sector.
<p>5. Caídas a distinto nivel: Debido al uso de escaleras portátiles para realizar mantenimiento en las chimeneas.</p>	Mecánico		X				X					X	Se debe usar EPP adecuado. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.

3.15.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE					Riesgos Presentes: MECÁNICO, QUÍMICO								
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
<p>1. Sustancias que pueden causar daño al inhalarse: En los tanques de diesel se depositan en la parte superior gases y vapores, que pueden ser perjudiciales para el personal que hace mantenimiento de los tanques.</p>	Químico	X					X			X			<p>Instalar chimeneas conectadas a cada tanque, para que los gases y vapores salgan hacia el exterior. Además es aconsejable usar E.P.P adecuado. Ver Capítulo 4, apartados 4.3.2 y 4.6.1.2.</p>
<p>2. Sustancias que puede provocar daño al ponerse en contacto con la piel, o inhalarse: En la sala de calderos existe el diesel y GLP, ambos combustibles puede provocar daños si no se conducen o almacenan en buenas condiciones.</p>	Químico	X					X			X			<p>Se tiene que estar vigilantes con todas las instalaciones de ambos combustibles. Además realizar los procedimientos de manejo, almacenamiento o descarga según dicte las hojas de seguridad MSDS. Ver Capítulo 4, apartado 4.6.</p>
<p>3. Caídas al mismo nivel: Se puede producir cuando los tanques tiene piscinas de retención para evitar que el combustible se siga derramando. Para nuestro caso esto no se presenta.</p>	Mecánico		X			X				X			<p>Si fuese el caso, se debe tener cuidado al pasar por este sector.</p>

3.15.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

BOMBAS DE ALIMENTACION Y SUMINISTRO DE AGUA					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Caídas al mismo nivel: En la sala de calderos existen unos pequeños apoyos en que están montadas las bombas de alimentación y suministro, esto puede ocasionar tropezones o caídas al personal.	Mecánico		X			X					X			Se debe tener un poco de cuidado al caminar por este lugar. Ver Capítulo 4, apartado 4.8.2.
2. Espacio Inadecuado: En el sector de la bombas de suministro existe poco espacio para caminar, igualmente impide realizar una adecuada inspección y mantenimiento.	Mecánico			X	X						X			Se debe tener precaución al pasar por este espacio, de igual manera se debe tener cuidado al realizar las labores de inspección y mantenimiento.
3. Contactos eléctricos: En las bombas de suministro hay conexiones eléctricas que no están protegidas con sus respectivos cajetines, de igual manera existen cables deteriorados que deben ser cambiados.	Físico		X				X					X		Se debe proteger todas las conexiones eléctricas con cajetines y cambiar todos los cables deteriorados.

3.15.5 SISTEMA DE CONDENSADO Y PURGAS

TANQUE DE CONDENSADO					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
<p>1. Caídas a distinto nivel: Por falta de espacio el tanque de condensado se encuentra en la parte alta de la sala montado sobre una estructura, lo que provoca molestia al momento de realizar mantenimiento. Esto puede provocar caídas.</p>	Mecánico			X		X						X		Se tiene que realizar mantenimiento del tanque con todo el cuidado posible, al momento de utilizar escaleras, también se puede ayudar con un arnés de seguridad.
<p>2. Caídas al mismo nivel: Esto puede provocar caídas y golpes, debido a que una parte de la rejilla por donde va la tubería de condensado está dañada.</p>	Mecánico		X			X					X			Se tiene que tener cuidado al pasar por ese sector, o reparar de inmediato las rejillas.
<p>3. Contacto térmico: El aislamiento, hay tramos de tuberías de condensado que no están con protección, sobretodo los tramos a la salida de los tanques de agua caliente, esto puede provocar quemaduras a los trabajadores.</p>	Físico			X		X						X		Se tiene que aislar los tramos de tubería o en su defecto se debe utilizar E.P.P adecuado. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.

3.15.6 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN

BOMBAS PARA AGUA CALIENTE Y TUBERÍAS					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Contacto térmico: Esto se puede provocar debido a la falta de aislamiento en tramos de tubería de agua caliente. En algunos tramos de tubería se encontró algunas partes de la línea sin aislamiento.	Físico			X		X						X		Se tiene que usar E.P.P adecuado o se tiene que reparar los tramos de tubería sin aislamiento. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.
2. Incendios: Esto se puede presentar debido que las cañuelas de fibra de vidrio para protección de la tubería están quemadas.	Físico	X					X				X			Se tiene que cambiar las cañuelas quemadas.
3. Caídas al mismo nivel: Esto se presenta por los apoyos en los que están montadas las bombas, puede ocasionar caídas o tropezones al tratar de transitar por ese sector	Mecánico		X			X					X			Se debe tener cuidado al caminar por estos lugares o dirigirse por otra ruta. Ver Capítulo 4, apartado 4.8.2.

3.15.7 SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA EL HOSPITAL

TANQUES DE AGUA CALIENTE					Riesgos Presentes: FÍSICO, MECÁNICO, QUÍMICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Sustancias que pueden causar daño al inhalarse: Esto se puede presentar cuando se realiza mantenimiento en el interior de los tanques ya que se utiliza una pintura epóxica para evitar la corrosión, cuyos vapores pueden inhalarse.	Químico		X				X					X		Se tiene que usar E.P.P adecuado para evitar daños a la salud por los vapores que se desprenden de la pintura epóxica. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.
2. Incendios: Esto se puede presentar debido que las cañuelas de fibra de vidrio para protección de la tubería están quemadas.	Físico		X			X						X		Se tiene que reparar las cañuelas quemadas.
3. Contacto térmico: Las tuberías que salen del tanque de agua caliente no están aisladas.	Físico			X		X							X	Se debe aislar la tubería y se recomienda utilizar EPP adecuado. Ver Capítulo 4, apartado 4.3.2.
4. Caídas al mismo nivel: Esto se presenta en los apoyos en donde se encuentran montadas las bombas.	Mecánico		X			X							X	Se debe tener cuidado al caminar por este lugar o dirigirse por otra ruta. Ver Capítulo 4, apartado 4.8.2.

3.15.8 SISTEMA DE AGUA HELADA

BOMBAS DE AGUA HELADA					Riesgos Presentes: MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Caídas al mismo nivel: Esto se presenta por el poco espacio físico que hay para transitar entre las bombas, lo que puede ocasionar caídas o tropiezos al personal.	Mecánico		X			X					X			Se debe tener cuidado al caminar por este lugar o dirigirse por otra ruta.

3.15.9 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

BOMBAS PRINCIPAL Y JOCKEY					Riesgos Presentes: MECÁNICO									
Peligro Identificado	Tipo de Riesgo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					Medidas de control (solo para MO, I, IN)	
		B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
1. Espacio inadecuado: En el cuarto de calderos se tiene este sistema contra incendios, que ocupa poco espacio físico, lo cual se dificulta al caminar por ese sector o cuando se realiza algún trabajo de inspección o mantenimiento.	Mecánico		X			X					X			Se debe tener un poco de cuidado al caminar por este lugar.

3.15.10 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Tabla 3.10 Resultados de la evaluación de riesgos laborales

ÁREA	RESULTADOS DE RIESGOS								
	T	TO	MO	I	IN	F	M	Q	E
Sala de calderos	0	1	3	1	1	3	3	0	0
Sistema de Vapor	0	0	3	2	0	1	2	1	1
Sistema de Combustible	0	0	3	0	0	0	1	2	0
Sistema de Alimentación de agua	0	0	2	1	0	1	2	0	0
Sistema de Condensado y purgas	0	0	1	2	0	1	2	0	0
Sistema Agua Caliente Calefacción	0	0	2	1	0	2	1	0	0
Sistema de Agua Caliente para Hospital	0	0	2	2	0	2	1	1	0
Sistema de Agua Helada	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Sistema Contra Incendios	0	0	1	0	0	0	1	0	0
TOTALES	0	1	18	9	1	7	17	4	1

La tabla 3.10 muestra el resultado de la evaluación de riesgos encontrados en la sala de calderos de SOLCA, en el cual establece que se encuentra:

- Ningún riesgo de tipo trivial (T).
- Un (1) riesgo de tipo tolerable (TO), en este grupo se consideró, una hipotética falta de aseo y limpieza en la sala cuando se realiza algún tipo de reparación o cambio de algún equipo.
- Diez y ocho (18) riesgos de tipo moderado (MO). Los más importantes a considerar son: caídas al mismo nivel producidas por tropezones en los apoyos donde se montan las bombas, e incendios y explosiones que se pueden producir en los calderos. Además, se incluyen los riesgos de sustancias que pueden causar daño al personal, que puede darse por un mal manejo del diesel y GLP, y finalmente algunos aspectos de Higiene Industrial como estrés térmico, ruido e iluminación.
- Nueve (9) riesgos de tipo importante (I). Entre los más destacados se incluyen: caídas a distinto nivel cuando se realiza el mantenimiento del tanque de condensado y chimeneas, la posible inhalación de sustancias

tóxicas provenientes del interior de los calderos y tanques de agua caliente en las labores de inspección, e incluso contactos eléctricos por falta de protección de conexiones y cables, y contactos térmicos, por falta de aislamiento en las tuberías.

- Un (1) riesgo de tipo intolerable (IN) que se encuentra en el sector lateral del caldero No. 2, el espacio de circulación es bastante pequeño provocado por el paso de la línea de agua potable; un contacto entre la parte superior del cuerpo del trabajador con esta tubería es muy peligroso.

3.16 ACTIVIDAD PREVENTIVA

En cuanto a la prioridad, el criterio establece actuar preferentemente sobre los riesgos en el siguiente orden:

- 1.- Importante (I)
- 2.- Moderado (M)
- 3.- Tolerable (TO)

En el caso del riesgo intolerable (IN) la prioridad de actuación es inmediata y dado su carácter de urgente, se prohíbe el trabajo en la sala de calderos hasta que no se reduzca el riesgo. Y respecto al riesgo Trivial (TR) no se requiere acción específica.

Se completa este análisis con los Formatos sobre Medidas Preventivas (FSCS-7) y Planes de Acción (FSCS-8) que, aplicadas en tiempo y forma, intentarán corregir las situaciones inseguras o mantener dentro de unas condiciones tolerables los riesgos que fueron detectados en la evaluación general realizada.

3.17 MAPA DE RIESGOS

El mapa de riesgos que se observa en el PLANO PSCS-2 identifica sistemáticamente todos los riesgos encontrados en la sala categorizándolos en: Físicos, Mecánicos, Químicos y Ergonómicos.

CAPÍTULO 4

CONTROLES EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

En este capítulo se van a establecer procedimientos, medidas de control y recomendaciones que debe reunir la sala de calderos del Hospital de SOLCA, apoyados en las inspecciones realizadas en el capítulo anterior. En primer lugar se detalla la normativa aplicable al cuarto de calderos, para posteriormente realizar los análisis en lo concerniente a Seguridad e Higiene Industrial.

4.1 NORMATIVA

Las normas aplicables son de orígenes ecuatorianos y extranjeros, ver Anexo 2.

4.1.1 NORMAS ECUATORIANAS

- Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Decreto Ejecutivo No. 2393.
- Norma NTE INEN 439: 84, “Colores, señales y símbolos de seguridad”.
- Norma NTE INEN 440:84, “Colores de identificación de tuberías “.

4.1.2 NORMAS EXTRANJERAS

- NBE-CPI-96, “Norma Básica de la Edificación sobre condiciones de Protección contra Incendios en los edificios”.
- Real Decreto 773/1997, “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”.

- Real Decreto 486/1997, “Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los locales de trabajo”.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
ITE 02.15.7 “Protección contra incendios en salas de máquinas”.
- National Fire Protection Association, NFPA 704, “Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency”, año 1999.
- NTP 322, “Valoración del estrés térmico: WBGT”, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Norma UNE 9013/1992, “Sala de calderos”.

4.2 ORDEN, ASEO Y LIMPIEZA

El mantenimiento del orden, aseo y limpieza en el cuarto no solo contribuye a prevenir incendios y explosiones, golpes y heridas y daños a equipos y a las instalaciones sino que mejora el ambiente de trabajo. A continuación, se establecen algunas recomendaciones para mantener en buen estado la sala:

4.2.1 RECOMENDACIONES ⁽¹⁾

- La sala de calderos y las dependencias anexas, esto es, oficinas y área de generadores se mantendrán siempre en un buen estado de limpieza.
- El piso de la sala no debe estar encharcado, y se debe conservar siempre libre de desechos o desperdicios, como aceite, grasa, o algunas sustancias resbaladizas, si esto sucede se debe trapearse o limpiarse de inmediato.

⁽¹⁾ Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Decreto Ejecutivo No. 2393.

- Los pasillos y puertas de la sala que forman parte de las vías de evacuación estarán en todo momento libres de escaleras o aparatos, ni siquiera con carácter provisional.
- La limpieza de todas las luminarias y paredes se debe efectuar, con regularidad e intensidad necesaria.
- Apilar todos los materiales de limpieza en un sitio específico sin invadir zonas de paso, de manera segura, limpia y ordenada.
- Ejecutar limpiezas periódicas de polvo acumulado sobre toda en aparatos, maquinaria, equipos, instalaciones, herramientas y tubería en general.
- Para las operaciones de limpieza se debe dotar al personal de herramientas y ropa de trabajo adecuadas y, en su caso, equipo de protección personal.

4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los EPP no eliminan ni controlan el peligro en su origen, ya que sólo establecen una barrera defensiva entre el trabajador y el peligro, es necesario realizar una adecuada elección, uso y mantenimiento de los mismos, basados en las Inspecciones de Seguridad y Evaluación de riesgos ya establecidas anteriormente.

4.3.1 ELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

En este apartado se van a emitir algunas recomendaciones para realizar una adecuada selección de los equipos de protección personal, los mismos que se detallan a continuación:

- El EPP, asumiendo un correcto uso del mismo, deberá proporcionar una defensa efectiva contra el peligro.
- No deberá poseer características que interfieran o entorpezcan significativamente el trabajo normal del usuario.
- El equipo deberá ser cómodo o de rápida adaptación. El ponérselo o quitárselo, en lo posible, tampoco deberá ser incómodo.
- El deterioro o inutilización del EPP deberá ser detectable a través de inspecciones simples o sencillas.
- El mantenimiento del EPP deberá ser sencillo y los componentes deteriorados deberán ser de fácil reposición o, en su defecto, posibles de reparar sin que ello represente un costo significativo ni una merma en la capacidad protectora del equipo.
- El EPP no deberá originar problemas para la integridad física del usuario, considerando que existen materiales en los EPP que pueden causar alergias en determinados individuos, o son fácilmente combustibles y pueden derretirse sobre la piel del trabajador, agravando aún más las quemaduras.

4.3.2 RECOMENDACIONES

El Anexo 2 indica un listado de los equipos de protección personal que tiene un carácter indicativo y no exhaustivo de los principales EPP que se utilizan en la industria. Esta lista permite establecer los implementos que se necesitan para protección en la sala de calderos.

Los implementos de protección personal que se requieren son desglosados de acuerdo a las principales actividades que se realizan. La tabla 4.1 muestra el equipo recomendado en base a equipos de protección personal normalizados.⁽²⁾

⁽²⁾ Real Decreto 773/1997, “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”, Anexo 2.

Tabla 4.1 Recomendaciones en equipos de protección personal

EQUIPO NORMALIZADO	EQUIPO RECOMENDADO	USOS EN
Guantes contra agresiones de origen térmico	Guantes para alta temperatura	- Instalación, inspección, operación y mantenimiento de los calderos. - Instalación e inspección de tuberías (con o sin aislamiento), reposición de accesorios y válvulas. - Inspección e instalación de chimeneas, tanque de condensado, tanques de diesel y GLP, intercambiador de calefacción y distribuidor de vapor.
Gafas de seguridad	Gafas de protección	
Casco de protección contra choques e impactos	Casco de seguridad	
Mandil de protección contra agresiones mecánicas	Mandil de protección	
Calzado de seguridad	Botas de cuero punta de acero	
Protectores auditivos tipo tapones	Tapones reutilizables	
Equipo filtrante a gases y vapores	Mascarilla de media cara con filtro	- Mantenimiento de los tanques de agua caliente.
Arnés	Arnés de seguridad	- Manejo, almacenamiento y descarga de diesel.
Guantes contra agresiones de sustancias químicas	Guantes de nitrilo	
Calzado de seguridad	Botas impermeables	
Gafas de seguridad	Monogafas de protección	
Guantes contra agresiones de origen eléctrico	Guantes dieléctricos	- Inspección y reparación del panel de control de la sala de calderos.
Calzado frente a la electricidad	Botas dieléctricas	- Inspección y reparación del panel para suministro de presión constante de agua a los calderos.
Casco para usos especiales	Casco dieléctrico	
Mandiles de protección	Delantal de PVC	- Inspección y reparación de la cámara de transformación y los generadores.
Guantes contra agresiones de sustancias químicas	Guantes de PVC	- Manejo de la resina que actúa en el ablandamiento del agua. - Manejo de antiespumantes y desengrasantes para tratamiento del caldero

4.3.3 NORMAS GENERALES DE USO

- Asegurarse de que el equipo es adecuado frente al riesgo y a las consecuencias de las que protege.
- Usar obligatoriamente el EPP para los trabajos en que así se haya establecido en la tabla 4.1.
- Colocar y ajustar correctamente el EPP siguiendo las instrucciones correspondientes por los fabricantes.
- Tener en cuenta las limitaciones que presenta y utilizarlo únicamente cuando sea adecuado.
- Llevarlo puesto mientras se esté expuesto al riesgo y en las zonas en que esté establecida la obligatoriedad de uso.
- Controlar su correcto estado. La eficacia del EPP depende en gran medida de su adecuado mantenimiento y limpieza o desinfección. Por ello su cuidado deberá hacerse siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Guardar el EPP en el lugar específico asignado por el área de mantenimiento, sea éste en armarios o bodegas para almacenamiento.

4.4 SEÑALIZACIÓN

El objetivo de las señales de seguridad es alertar del peligro existente en zonas de operación de los equipos y sistemas, que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro, pero dan las advertencias que permiten adecuar las medidas para la prevención de accidentes. A continuación se presentan algunas definiciones, que ayudan a establecer este procedimiento:

- **COLOR DE SEGURIDAD**

Es un color de propiedades calorimétricas y/o fotométricas especificadas, al cual se asigna un significado de seguridad.

- **SÍMBOLO DE SEGURIDAD**

Es cualquiera de los símbolos o imágenes gráficas usadas en la señal de seguridad.

- **SEÑAL DE SEGURIDAD**

Es aquella que transmite un mensaje de seguridad en un caso particular, obtenida a base de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo de seguridad. La señal de seguridad puede también incluir texto.

- **COLOR DE CONTRASTE**

El color de contraste es uno de los dos colores neutrales, blanco o negro, usado en las señales de seguridad.

- **COLORES DE SEGURIDAD**

La sala de calderos utilizará únicamente los descritos en la norma NTE INEN 439, "Colores, señales y símbolos de seguridad", para cada uso o aplicación dada, quedando expresamente prohibido el uso de colores o símbolos adicionales, tales como logotipos o colores impuestos por los trabajadores del Hospital.

El significado asignado para los colores de seguridad debe ser tal como se dan en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Colores de seguridad y su significado

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE USO
Rojo *	Alto Prohibición	Señal de parada. Signos de prohibición.
Amarillo	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligro (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
Verde	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
Azul **	Acción obligatoria Información	Obligación de usar equipo de protección personal.
<p>Nota: * Este color se usa para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización. ** El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.</p>		

Fuente: Norma NTE INEN 439:84, "Colores, señales y símbolos de seguridad"

- **DISTANCIA DE OBSERVACIÓN**

La relación entre la distancia (l), desde la cual la señal puede ser identificada, y el área mínima (A) de la señal está dada por la siguiente inecuación, esta fórmula se aplica a distancias menores a 50 m.

$$A \geq \frac{l^2}{2000}$$

4.4.1 SIMBOLOGÍA

Para identificar las señales de seguridad, se ha convenido establecer la siguiente simbología:

S - X - 0Y

X: Es el término relacionado con el tipo de señal a instalar, y puede ser:

- **O**: Obligación
- **P**: Prohibición
- **A**: Atención
- **SG**: Seguridad
- **LC**: Lucha Contra Incendios.

Y: Es la numeración que tiene la señal de acuerdo a la cantidad que exista.

4.4.2 RECOMENDACIONES

La tabla 4.3 determina las señales que deben usarse como medios de prevención de incidentes (PLANO PSCS-2) y evacuación (PLANO PSCS-3) en la sala de calderos conforme a la simbología establecida anteriormente. El Anexo 3 muestra los rótulos de seguridad a colocarse.

Tabla 4.3 Recomendaciones en señalización

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	CANTIDAD	PLANO
Prohibición	Prohibido fumar	S-P-01	1	PSCS-2
Prohibición	Prohibido ingreso personal no autorizado	S-P-02	2	
Obligación	Uso de casco	S-O-01	2	
Obligación	Use delantal para químicos	S-O-02	1	
Obligación	Use botas	S-O-03	1	
Obligación	Use protección auditiva	S-O-04	1	
Obligación	Uso de guantes	S-O-05	2	
Atención	Riesgo eléctrico	S-A-01	2	
Atención	Líquido inflamable	S-A-02	1	
Atención	Alta temperatura	S-A-03	1	
Atención	Riesgo de caída	S-A-04	1	
Lucha Contra Incendios	Extintor	S-LC-01	1	PSCS-3
Seguridad	Salida de emergencia	S-SG-01	2	
Seguridad	Flecha izquierda	S-SG-02	2	
Seguridad	Teléfono de emergencia	S-SG-03	1	

4.5 IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS QUE TRANSPORTAN FLUIDOS

La señalización en tuberías se determinan por los siguientes puntos: Identificación del fluido, Rótulos de identificación del fluido y dirección del flujo. ⁽³⁾

4.5.1 IDENTIFICACIÓN DEL FLUIDO

El fluido transportado por una tubería queda identificado por el color, en cuanto a su categoría y por el nombre del fluido, estas características se aprecian en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Clasificación de fluidos

FLUIDO	CATEGORÍA	COLOR
Agua	1	Verde
Vapor de agua	2	Gris-Plata
Aire y oxígeno	3	Azul
Gases combustibles	4	Amarillo ocre
Gases no combustibles	5	Amarillo ocre
Ácidos	6	Anaranjado
Álcalis	7	Violeta
Líquidos combustibles	8	Café
Líquidos no combustibles	9	Negro
Vacío	0	Gris
Agua o vapor contra incendios	-	Rojo de Seguridad
GLP (gas licuado de petróleo)	-	Blanco
Nota: - No se tiene identificado ninguna categoría.		

Adicionalmente se podrá identificar el fluido mediante:

- Fórmula química
- Número de identificación. El número de identificación consta del número que indica la categoría del fluido y, la segunda cifra especifica la naturaleza exacta del fluido. La numeración para identificación de cada fluido en tuberías se muestra en el Anexo 4.

⁽³⁾ Norma NTE INEN 440:84, "Colores de identificación de tuberías ".

Los colores identificativos indican la categoría a la que pertenece el fluido conducido por la tubería. Se aplica según una de las modalidades:

- a) Sobre la tubería en su longitud total.
- b) Sobre una tubería como banda (mínimo 150 mm. de longitud dependiendo del diámetro del tubo).

La aplicación del color puede efectuarse por pintado o mediante bandas adhesivas alrededor del tubo. En caso de usarse bandas el color decorativo o protector de la tubería no debe ser ninguno de los colores de identificación.

4.5.2 RÓTULOS PARA IDENTIFICACIÓN DE FLUIDOS

La señalización para identificación de fluidos se efectúa, de acuerdo a una de las modalidades siguientes:

- a) Sobre la tubería.
- b) Sobre placas rectangulares o cuadradas adheridas a la tubería.

Las indicaciones escritas sobre la tubería o sobre las placas deben ser claramente legibles, pintadas en color de contraste sobre el color de identificación de la tubería.

Las indicaciones sobre la tubería tendrán las alturas mínimas de acuerdo al diámetro del tubo, según se establece en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Tamaño de la escritura según el diámetro de la tubería

DIÁMETRO DE TUBERÍA [mm.]	Hasta						Más de
	30	60	80	130	160	240	240
ALTURA DE LA ESCRITURA [mm.]	12,5	20	25	40	50	63	100

Las indicaciones mediante símbolos de seguridad, se aplicarán como sigue:

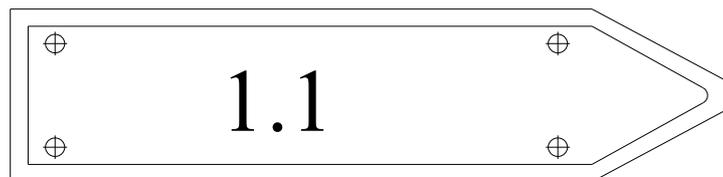
- Para tuberías de diámetro menor a 50 mm., solamente mediante placas que lleven la señal de seguridad (según NTE INEN 439).
- Para tubería con diámetro desde 50 mm. en adelante, mediante placas que lleven la señal de seguridad o por aplicación directa de la señal sobre la tubería.

Los símbolos de seguridad pueden incluirse en las placas que llevan las indicaciones escritas, no debiendo interferir con éstas.

4.5.3 DIRECCIÓN DEL FLUJO

La dirección del flujo se indicará mediante flechas pintadas con uno de los colores de contraste sobre la tubería, cuando el color de identificación y las indicaciones han sido aplicados sobre la tubería. En caso de utilizarse placas, se indicará la dirección de flujo por modificación del rectángulo básico, según la figura 4.1.

Figura 4.1 Rótulos para identificación de fluidos



Para los sistemas de circuito cerrado se identificarán el flujo y retorno, mediante las palabras Flujo y Retorno o mediante las abreviaturas F y R respectivamente.

4.5.4 RECOMENDACIONES

Los colores identificativos de las tuberías que transportan fluidos en la sala de calderos, considerando el color recomendado y la categoría que tiene éste, pueden apreciarse en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Recomendaciones para identificación de tuberías

FLUIDO	COLOR ACTUAL	COLOR RECOMENDADO	CATEGORÍA
Agua Potable	Verde oscuro	Verde	1.0
Condensado y purgas	Verde claro	Verde	1.10
Combustible	Amarillo	Café	8.0
Gas licuado de petróleo	Blanco	Blanco	4.8
Agua contra incendios	Rojo	Rojo de seguridad	-
Vapor saturado	Gris	Gris-plata	2.1
Nota: - No se incluye en ninguna categoría.			

4.6 TANQUES DE COMBUSTIBLE

Los combustibles son considerados sustancias peligrosas, para lo cual en aspectos de seguridad y salud en el trabajo se debe establecer algunos parámetros. De acuerdo a la norma NFPA 704, el método para identificar combustibles en presencia de fuegos, responde a tres puntos fundamentales:

- a) riesgo para la salud
- b) riesgo de inflamabilidad
- c) riesgo de reactividad (inestabilidad)

- **CLASIFICACIÓN**

Los riesgos establecidos se clasifican por su nivel de riesgo en cinco distintos códigos, desde GRADO 0 hasta GRADO 4, de menor a mayor riesgo. La norma NFPA 704 en sus Capítulos 2-6 (Anexo 10) muestra una descripción detallada del significado de los grados de riesgo para cada peligro.

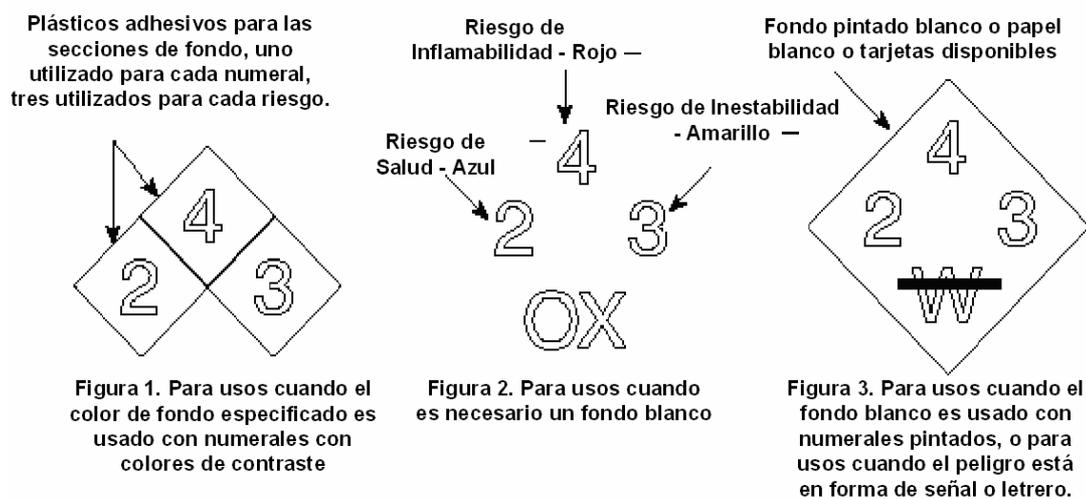
- **ETIQUETADO**

La identificación de las sustancias peligrosas se establece por el marcado del recipiente que los contenga mediante el ROMBO de SEGURIDAD.

El rombo se subdivide en cuatro áreas iguales, de las cuales la superior se utiliza para indicar el grado de riesgo a la inflamación; a la derecha el grado de riesgo por reactividad y a la izquierda, el grado de riesgo para la salud. El área inferior se destina a información especial, en particular para identificación de sustancias oxidantes o reactivas con el agua.

La figura 4.2 ilustra las variantes para identificar sustancias peligrosas en un recipiente para almacenamiento.

Figura 4.2 Significado para identificación de sustancias peligrosas



Fuente: NFPA 704, "Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency" (Anexo 10)

- **HOJAS DE SEGURIDAD**

Una hoja de seguridad (MSDS) es un documento que da información detallada sobre la naturaleza de cualquier sustancia, tal como sus propiedades físicas y químicas, información sobre salud, seguridad, fuego y riesgos de medio ambiente que esta pueda causar.

4.6.1 SITUACIÓN ACTUAL SOBRE ALMACENAMIENTO DEL DIESEL

La descripción de los accesorios y características de los tanques, así como ubicación de éstos, son temas descritos puntualizadamente en el Capítulo 2, apartado 2.4.

Cabe recalcar que estrictamente hablando sobre almacenamiento, los dos tanques de combustible general de diesel se encuentran ubicados dentro de un cubículo grande, soportado por grandes paredes, mientras que los tres tanques diarios (Uno, para alimentación a calderos y dos, para generadores eléctricos) se encuentran dentro de la sala de máquinas.

Un análisis general de todas las seguridades de los tanques para almacenamiento se detallaron en el Capítulo 3, apartado 3.9. A continuación se profundizan estos puntos:

- Los tanques generales se encuentran en un cubículo aislado que no es ocupado por personas, además no permite la entrada de luz y agua, ver fotografía 4.1.
- Todos los tanques de diesel son metálicos y soportados sobre plataformas de concreto, ver fotografía 2.5.
- Se encuentra identificado en los tanques el tipo de combustible almacenado, pero no se encuentra enmarcado el rombo de seguridad para prevención contra incendios, ver fotografía 2.5.
- Ningún tanque cuenta con una piscina de retención para prevenir en caso de derrame, una contaminación a todo el Hospital, ver fotografía 2.5.
- No se establece criterios de incompatibilidad de almacenamiento entre los combustibles (Diesel y GLP).

En la fotografía 4.1 se muestra el cubículo grande, en su interior se encuentran almacenados los dos tanques generales de diesel.

Fotografía 4.1 Cubículo para almacenamiento de los tanques generales de diesel



4.6.1.1 Recomendaciones sobre descarga

- En toda operación de descarga, la primera acción es conectar el tanquero en cuestión a la línea a tierra y colocar el extinguidor de polvo químico en el área.
- Conectar perfectamente la línea de descarga desde el tanquero al tanque general, para evitar escurrimientos.
- Los vehículos deben estar apagados cuando se cargue el combustible.
- Colocar aviso de “PELIGRO DESCARGA DE COMBUSTIBLE” en la operación de descarga (Letrero móvil a cargo del Área de Mantenimiento).
- Llenar como máximo al 90% los depósitos y no permitir que bajen de un 25%.
- Cerrar la válvula de paso de la línea, cuando se termine la operación de descarga.

- No escurrir la manguera de descarga en el piso.
- Las Hojas de Seguridad (MSDS) se deben tener a la vista, para su consulta, en caso necesario.

4.6.1.2 Recomendaciones sobre almacenamiento ⁽⁴⁾

- Los tanques de diesel no deben almacenarse cerca de ácidos y fuertes oxidantes, como por ejemplo: cloro, ácido sulfúrico, flúor, ozono, permanganatos, etc. Ver Anexo 5 (Cuadro de incompatibilidad).
- Almacenar alejado de fuentes de ignición, superficies calientes, chispas o material eléctrico.
- El área de almacenamiento debe estar suficientemente fría para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire.
- El área debe estar fresca, seca y bien ventilada para evitar la acumulación de vapores, o en su defecto instalar chimeneas para cada tanque.
- Las áreas de almacenamiento deben tener materiales de limpieza para derrames y equipo adecuado contra incendios en las proximidades. Los extintores portátiles deben ser de polvo químico seco.

4.6.1.3 Recomendaciones sobre etiquetado

La identificación y marcado de los tanques de diesel responde a los GRADOS DE RIESGO que el combustible tenga en relación a los tres tipos de peligros (salud, inflamabilidad y reactividad). En la tabla 4.7 se indican las características y propiedades del diesel, y la equivalencia en grado de riesgo para su identificación mediante el rombo de seguridad.

⁽⁴⁾ Hoja de seguridad MSDS de diesel, parte 7, SHELL Chile, año 2003 (Anexo 6).

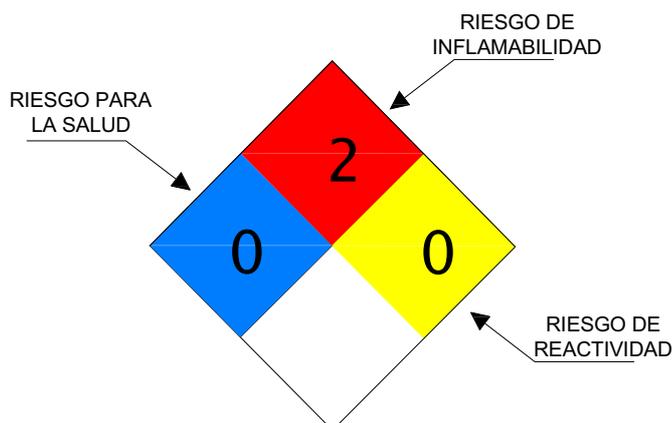
Tabla 4.7 Evaluación de los grados de riesgo del diesel

PROPIEDAD	DATOS OBTENIDOS	GRADO DE RIESGO EQUIVALENTE
Toxicidad aguda oral ⁽⁵⁾	LD50> 5000 mg/kg	Salud
Toxicidad aguda cutánea	LD50> 2000 mg/kg	0
Flash point ⁽⁶⁾	100° F	Inflamabilidad 2
Reactividad	Estable	Reactividad 0

Fuente. Hoja de Seguridad MSDS de diesel, parte 11 (Anexo 6)

De acuerdo con las propiedades del diesel se establecen los GRADOS DE RIESGO EQUIVALENTE en base a la norma NFPA 704 (Anexo 10), la identificación mediante el rombo de seguridad queda de la siguiente manera:

Figura 4.3 Rombo de seguridad para identificación de los tanques de diesel



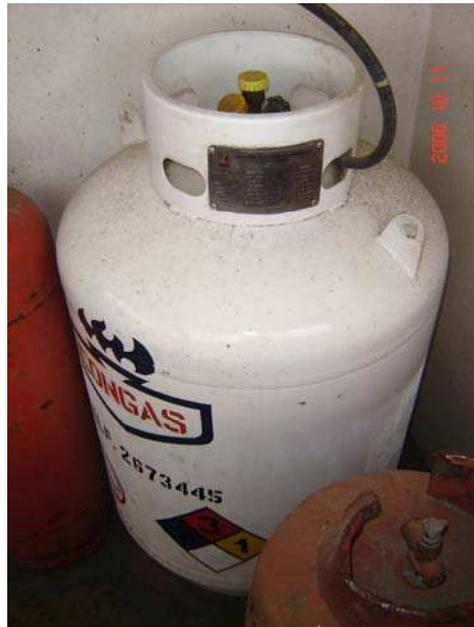
4.6.2 SITUACIÓN ACTUAL SOBRE ALMACENAMIENTO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO

El tanque de suministro de GLP está situado afuera del Hospital en un cuarto junto a los tanques de almacenamiento general de diesel. La capacidad del tanque es de 430 lts y suministra gas a las cocina y a los calderos. La fotografía 4.2 muestra el tanque de GLP en su área de almacenamiento.

⁽⁵⁾ La toxicidad se mide en LD50. LD significa dosis letal (cantidad mortal) y el subíndice 50 indica que esa dosis es letal al 50 % de los animales a los cuales se les administró el químico.

⁽⁶⁾ Punto flash: Es la mínima temperatura a la que un combustible en contacto con el aire y mediante una fuente de ignición externa, es capaz de inflamarse y mantenerse ardiendo aunque se le quite la fuente de calor.

Fotografía 4.2 Tanque de gas licuado de petróleo



A continuación se establecen algunos puntos a considerar sobre el almacenamiento actual de este combustible en el Hospital.

- El tanque es metálico, pero no cuenta con plataformas de concreto para soporte, ver fotografía 4.2.
- El área es un lugar fresco con buena ventilación para evitar acumulación de los gases dentro del cuarto.
- Se encuentra identificado en el tanque el proveedor y el rombo de seguridad característico (salud 1, inflamabilidad 3, y reactividad 1), ver fotografía 4.2.

4.6.2.1 Recomendaciones sobre almacenamiento

- Los tanques de GLP no deben almacenarse nunca junto a sustancias oxidantes. Ver Anexo 5 (Cuadro de incompatibilidad).
- Almacene los recipientes en lugares secos, frescos y seguros lejos de cualquier fuente de ignición y de calor,
- Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del GLP).
- Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección.
- Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos, por ende es necesario una buena ventilación en el cuarto para disiparlos.
- Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos.

4.6.2.2 Recomendaciones en caso de fuga ⁽⁷⁾

- Los vapores de gas licuado son más pesados que el aire, por lo tanto, las fugas descienden y se acumulan en sótanos; sin embargo, su olor característico por el odorífico adicionado las delata fácilmente. Las nubes de gas al encontrar fuentes de ignición provocarán explosiones.
- Si se percibe a gas, se debe cerrar la válvula de servicio y buscar el origen. Utilizar agua jabonosa, nunca usar flamas abiertas para localizar la fuga.

⁽⁷⁾ Hoja de seguridad MSDS de gas licuado de petróleo, parte 16, PEMEX (Anexo 7).

- Si percibe la presencia de vapores, asegurarse de no generar chispas; de inmediato se debe abrir puertas y ventanas.
- Disipar los vapores de gas licuado abanicando el área con trapos o cartones grandes. NO USAR VENTILADORES ELÉCTRICOS, NI ACCIONAR INTERRUPTORES ELÉCTRICOS, porque generan chispa y pueden producir explosiones.
- Si la fuga es grande, pedir ayuda al Departamento de Bomberos.

4.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El procedimiento para protección de las instalaciones eléctricas se rige al cuadro de mandos de la sala (Ver fotografía 4.3) y algunas recomendaciones de orden general para el personal que trabaja en los servicios eléctricos.

La norma UNE 9013:1992, “Sala de calderos” (Anexo 2) establece que el panel eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala, se deben situar fuera del cuarto y próximo al acceso. A pesar que desde el punto de vista del mantenimiento resulta más cómodo que el cuadro esté situado dentro de la sala en un punto tal que permita la visibilidad de todos los equipos que requieren suministro eléctrico.

4.7.1 RECOMENDACIONES

A seguir, se establece en general unas recomendaciones para cuidar la integridad del personal, en el manejo de las instalaciones eléctricas.

- Conozca la ubicación de las cajas de distribución, el corte de electricidad y su desconexión.

- Las cargas estáticas que puedan acumularse en los cuerpos metálicos, como tanques, serán neutralizadas por medio de conductores a tierra.
- Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos a menos que estén instalados en locales destinados exclusivamente para motores.
- Al observar cables deteriorados o cajas de enchufes rotas, dar el aviso de inmediato
- Se debe revisar las conexiones flojas en los terminales de los interruptores que pueden causar recalentamiento y formación de arcos, debidos a entrada de agua, diesel, suciedad, etc.
- Los tableros de control deben estar encerrados en cajas metálicas, prestando especial atención a la humedad de la sala.

La fotografía 4.3 muestra el panel de control y mandos situado dentro de la sala de calderos.

Fotografía 4.3 Panel de control de la sala de calderos

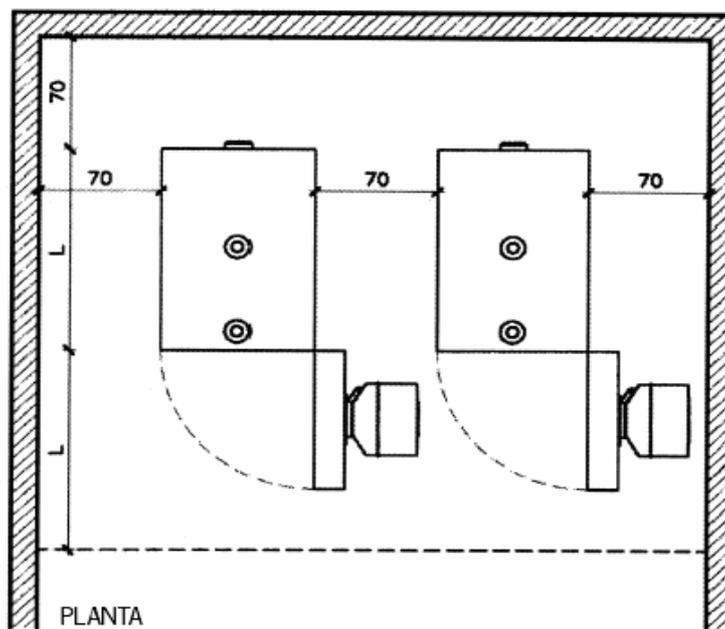


4.8. DIMENSIONES Y SUPERFICIE DE TRABAJO

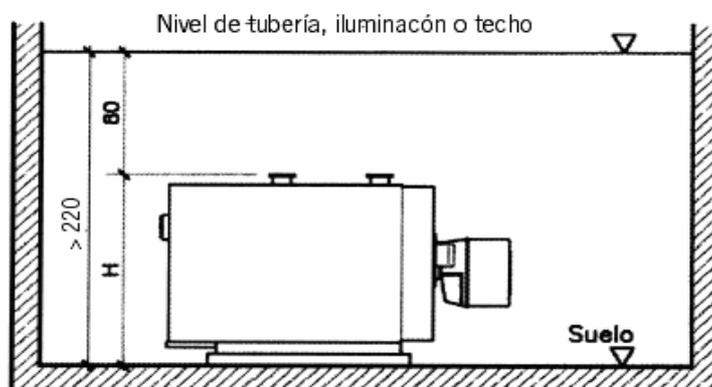
4.8.1 DIMENSIONES

Las dimensiones mínimas que permiten accesibilidad a los calderos y demás equipos, para las labores de inspección y mantenimiento en la sala se muestran la figura 4.4.

Figura 4.4 Distancias de los calderos a cerramientos



L: Longitud de la caldera en cm.



SECCIÓN LONGITUDINAL

— Alturas libres

H: Altura de la caldera en cm.

Fuente: Norma UNE 100.020/89, "Climatización en la sala de máquinas"

4.8.1.1 Situación Actual

La distribución de los calderos considerando las distancias con los cerramientos y los espacios entre sí fue analizada en el Capítulo 3 apartado 3.4.

De acuerdo con la norma UNE 100.020 (Figura 4.4) se observa que las distancias se encuentran entre los valores límites de funcionamiento.

4.8.1.2 Recomendaciones

- Las dimensiones en la separación de los calderos cumplen con la norma, pero evidentemente la sala deberá tener unas dimensiones mayores para poder contener a los restantes equipos propios de la instalación, como tanques de expansión, depósitos de agua calientes, tanques de condensado, tanque de almacenamiento de diesel, ablandadores y demás bombas.
- Se debe controlar que la distancia entre calderos permita abrir totalmente las puertas de las mismas, para ello deben tenerse siempre en cuenta las dimensiones de los quemadores.

4.8.2 SUPERFICIES DE TRABAJO

La delimitación de las superficies de trabajo está en relación con la señalización de los desniveles para minimizar el riesgo de caídas, choques y golpes.

La señalización por se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° con el siguiente modelo:

Figura 4.5 Señalización en superficies de trabajo



4.9 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

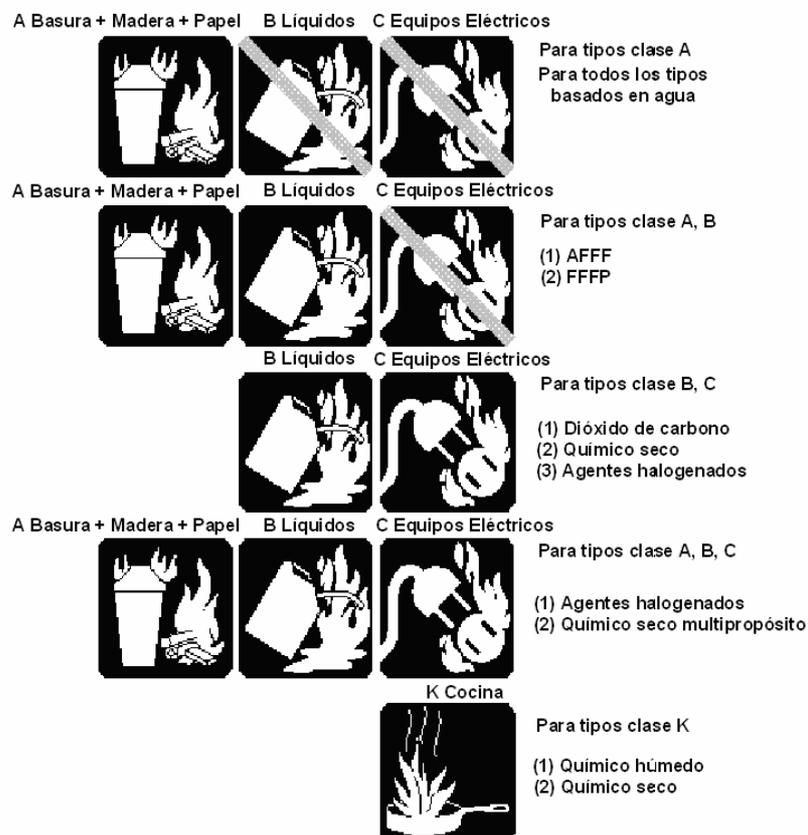
La evaluación del sistema de protección contra incendios de la sala, se va a dirigir a establecer la efectividad de los extintores de acuerdo a un análisis del tipo de extintor utilizado en la sala.

4.9.1 EFECTIVIDAD DEL AGENTE EXTINTOR

El agente extintor debe ser apropiado a la clase de fuego que se vaya a combatir, es decir, a los combustibles existentes y las operaciones industriales que generen algún riesgo, con el fin de que su acción se manifieste más eficaz.

La figura 4.6 muestra el tipo de agente extintor en relación a su efectividad a la clase de fuego, según NFPA 10 "Standard for Portable Fire Extinguishers", apéndice B-2.1 (Anexo 10).

Figura 4.6 Efectividad del agente extintor



En el apartado 3.6 del capítulo anterior se realizó la inspección de los medios de protección contra incendios con los que cuenta la sala, realizando una revisión específica de los extintores en base a la altura promedio al suelo, tipo de extintor utilizado y a su ubicación y número. En seguida, se establecerá un análisis de estos parámetros que permitan evaluar las condiciones del cuarto.

4.9.2 ALTURA PROMEDIO DEL SUELO

El Reglamento de Seguridad, Decreto Ejecutivo No. 2393, Art 159, parte 4, establece que los extintores se dispondrán de forma tal que el extremo superior se encuentre a una altura no superior a 1.70 metros contados desde la base del extintor.

La tabla 3.3 del Capítulo 3, muestra que ambos extintores cumplen con los requerimientos mínimos que rigen este reglamento en relación a la altura al suelo.

4.9.3 UBICACIÓN Y NÚMERO

La norma NBE-CPI-96, Art. 20.1, literal 3 (Anexo 2), establece que toda sala de calderos debe constar con dos extintores ubicados:

- Uno, ubicado en la parte exterior de la sala, próximo a la entrada de la misma, este extintor podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas.
- En el interior, el número mínimo para que la distancia a recorrer hasta el extintor más próximo sea inferior a 15 m.

De igual forma la tabla 3.3 del Capítulo 3 muestra que efectivamente se encuentran instalados dos matafuegos en la ubicación señalada; por lo que se establece que la sala de calderos cumple con las medidas mínimas de seguridad establecidas.

4.9.4 TIPO DE EXTINTOR

Para verificar si el tipo de extintor utilizado es el correcto, se va a realizar un análisis de los tipos de fuego que se pueden darse en una hipótesis de incendio en el interior de la sala de calderos, considerando los medios en que se puede originar el fuego. En la tabla 4.8 se especifica lo anteriormente mencionado.

Tabla 4.8 Clases de fuego en la sala de calderos de SOLCA

ÁREA	CLASE DE FUEGO	DESCRIPCIÓN
Sistema de Vapor	A, B, C, D	A.- El revestimiento de las tuberías con cañuelas de lana de vidrio y un lienzo especial. B.- La línea de diesel que abastece a los quemadores de los calderos. C.- El Panel de control y mandos de la sala. D.- El recubrimiento de aluminio del cabezal distribuidor.
Sistema de Combustible	B	B.- El diesel que se almacena en los tanques diarios. B.- La utilización de GLP para precalentar el diesel para la combustión.
Sistema de Alimentación de agua	A, C	A.- El tanque de salmuera y las mangueras de conexión para ablandamiento son de plástico. C.- Panel de control para suministro de presión constante de agua a los calderos.
Sistema de Agua caliente para calefacción	A, D	A.- El revestimiento de las tuberías con cañuelas de lana de vidrio y un lienzo especial. D.- El recubrimiento de aluminio en el intercambiador de calefacción.
Sistema de Agua caliente para el hospital	A, D	A.- El revestimiento de las tuberías con cañuelas de lana de vidrio y un lienzo especial. D.- El recubrimiento de aluminio en los tanques de agua caliente.
Sistema de Agua helada	D	D.- El recubrimiento de aluminio en la tubería.
Sistema Contra Incendios	B, C	B.- El diesel que se utiliza como combustible para funcionamiento del motor principal. C.- El tablero de control para accionamiento de bomba eléctrica.

La tabla 4.8 muestra que pueden presentarse principalmente tres tipos de fuego en la sala de calderos (A, B, C), que consiguen ser apagados por polvo químico seco (De acuerdo a la figura 4.6). Considerando que los dos extintores que funcionan en la sala corresponden a este tipo, se comprueba que éstos están bien seleccionados para cualquier demanda de fuego.

4.10 DEFENSAS CONTRA INCENDIO

Para evaluar las condiciones de los elementos constructivos en la sala de calderos, es necesario definir primeramente algunos términos que se muestran a continuación:

- **RESISTENCIA AL FUEGO**

Significa el tiempo durante el cual un cerramiento evita el paso de las llamas a otros locales, se designa con las siglas RF (resistencia al fuego) seguidas del tiempo en minutos.

- **ESTABILIDAD AL FUEGO**

La estabilidad al fuego (EF) es el tiempo que las estructuras mantienen sus características en caso de incendio, evitando que el edificio se resienta.

- **LOCALES DE RIESGO ESPECIAL**

Las paredes, suelo, techo y puertas tendrán la resistencia al fuego establecida en la reglamentación vigente NBE-CPI-96, Capítulo 4, Art. 19.2.3 (Anexo 2), en que se determina a una sala de calderos como locales de Riesgo Especial, clasificando a éstos en tres tipos:

- Riesgo ALTO
- Riesgo MEDIO
- Riesgo BAJO

Así mismo, la reglamentación vigente ITE 02.15.7 (Anexo 2), en la cual considera a la sala de calderos como locales de Riesgo Especial, asigna los siguientes grados de riesgo a dichas salas:

- Riesgo bajo, cuando la potencia útil conjunta esté comprendida entre 70 KW y 600 KW.
- Riesgo medio, cuando la potencia útil conjunta sea mayor que 600 KW.

Nota: Esta norma no especifica ningún parámetro para locales de riesgo alto.

Las condiciones exigibles para estos locales se tratan en la tabla 4.9. La tabla 4.10 da los valores de resistencia al fuego (RF) del hormigón.

Tabla 4.9 Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos en locales de Riesgo Especial

TIPO DE LOCAL	RESISTENCIA PAREDES Y TECHOS	ESTABILIDAD ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PUERTAS	CLASE DE REVESTIMIENTOS	
				PAREDES Y TECHOS	SUELOS
Riesgo Bajo	RF-90	EF-90	EF-60	M1	M2
Riesgo Medio	RF-120	EF-120	EF-60	M1	M1
Riesgo Alto	R7-180	EF-180	EF-60	M1	M1

Nota: M1: Material combustible pero no inflamable, por lo que su combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor desde un foco exterior. Por ejemplo: telas, forros y revestimientos rígidos (plásticos o resinas, maderas, pinturas).
M2: Material con grado de inflamabilidad moderada. Por ejemplo: espumas para acolchados, materiales aislantes, etc.

Fuente: Norma NBE-CPI/96, apartado 19.2.3 (Anexo 2)

Tabla 4.10 Resistencia al fuego de los muros de hormigón

ESPESOR DEL MURO [cm.]	10	12	14	16	20	25	>30
RESISTENCIA AL FUEGO	RF-60	RF-90	RF-120	RF-180	RF-180	RF-240	RF-240

Fuente: Norma NBE-CPI/96, Apéndice 1 (Anexo 2)

4.10.1 SITUACIÓN ACTUAL

Primeramente, se debe determinar el grado de riesgo que tiene la sala de calderos. La potencia nominal (PN) está establecida por la potencia total de los dos calderos, que se da por la siguiente relación en KW:

$$PN = 2 * 150 \text{BHP} * \frac{33475 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}}{1 \text{BHP}} * \frac{1 \text{KW}}{3412,14 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}} = 2943,16 [\text{KW}]$$

- La potencia útil conjunta da un valor de 2943.16 KW, con lo cual se considera a la sala como un local de riesgo medio.
- El piso de la sala es de concreto, recubierto con una pintura epóxica impermeabilizante de color plomo claro, se considera un revestimiento M1.
- Los muros son de hormigón con espesor de 20 cm., recubiertos por una pintura de esmalte color blanco, se considera revestimiento M1.
- El techo está recubierto con pintura al agua de color blanco, se considera un revestimiento M1.

4.10.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La resistencia de los muros deberá ser un RF-120 (De acuerdo a la tabla 4.9). La tabla 4.10 muestra que con un RF-120 el espesor mínimo debe ser 14 cm., comparado con el espesor de las paredes de la sala (20cm.), se considera que éstas pueden soportar sin ningún inconveniente la presencia de fuego.

El revestimiento del techo, muros y piso se encuentra apropiadamente seleccionado de acuerdo a las condiciones exigibles (Ver tabla 4.9).

4.11 ANÁLISIS DE AGUAS

El análisis de aguas en la sala de calderos de SOLCA fue realizado por una empresa reconocida, especializada en tratamiento de aguas. La tabla 4.11 muestra este análisis en el que se incluyen ambos calderos, dos ablandadores y el tanque de condensado. El reporte original se puede ver en el Anexo 8.

Tabla 4.11 Análisis de aguas en la sala de calderos de SOLCA

ANÁLISIS	Caldero No. 1	Caldero No. 2	Ablandador No. 1	Ablandador No. 2	Tanque de Condensado	Límites óptimos Calderos	Unidad
pH	11	12	7	7	7	10,5-12	
STD	3000	5400	150	150	140	3500-5000	ppm
Dureza Total	-	-	0	0	-	0	ppm
Carbonatos	200	400	-	-	-	200	ppm
Hidróxidos	550	1450	-	-	-	200-2400	ppm
Fosfatos	50	48	-	-	-	30-60	ppm
Hierro			-	-	0,4	-	
Sulfitos	20	20	-	-	-	20-100	ppm

Nota: - No se realizó el análisis para estos parámetros.

4.11.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El pH tanto en el caldero No. 1 como en el caldero No. 2 está dentro de los parámetros normales de funcionamiento.
- Los STD (sólidos totales disueltos) en el caldero No.1 están normales, mientras que en el caldero No. 2 está fuera de los límites permisibles.
- Los sulfitos están dentro de los límites adecuados tanto en el caldero No.1 como en el caldero No. 2.
- La dureza del agua de reposición está en cero en los dos ablandadores lo que nos indica que éstos fueron recientemente regenerados y que están funcionando correctamente.

CONTROLES DE HIGIENE INDUSTRIAL

4.12 VENTILACIÓN

El objetivo de la ventilación es, por un lado suministrar el aire necesario para la combustión, y por otro proporcionar una renovación del aire de la sala que permita disipar los posibles contaminantes y mantener unas temperaturas aceptables.

De acuerdo con la norma UNE 100.020/1989, "Climatización en la sala de máquinas", la aportación de aire puede realizarse mediante ventilación directa, natural o forzada; en la cual se dan unas definiciones de las formas de ventilación y son: "Natural Directa" y "Natural Indirecta" que se corresponden con "Directa por Orificios" e "Indirecta por Conductos".

- **NATURAL DIRECTA (POR ORIFICIOS)**

Este tipo de ventilación puede realizarse cuando alguno de los cerramientos de la sala esté en contacto directo con el exterior; se efectúa mediante aberturas con rejilla de protección a la intemperie y que tengan malla antipájaro.

$$\text{Sección Mínima: } SV \geq 5 * PN$$

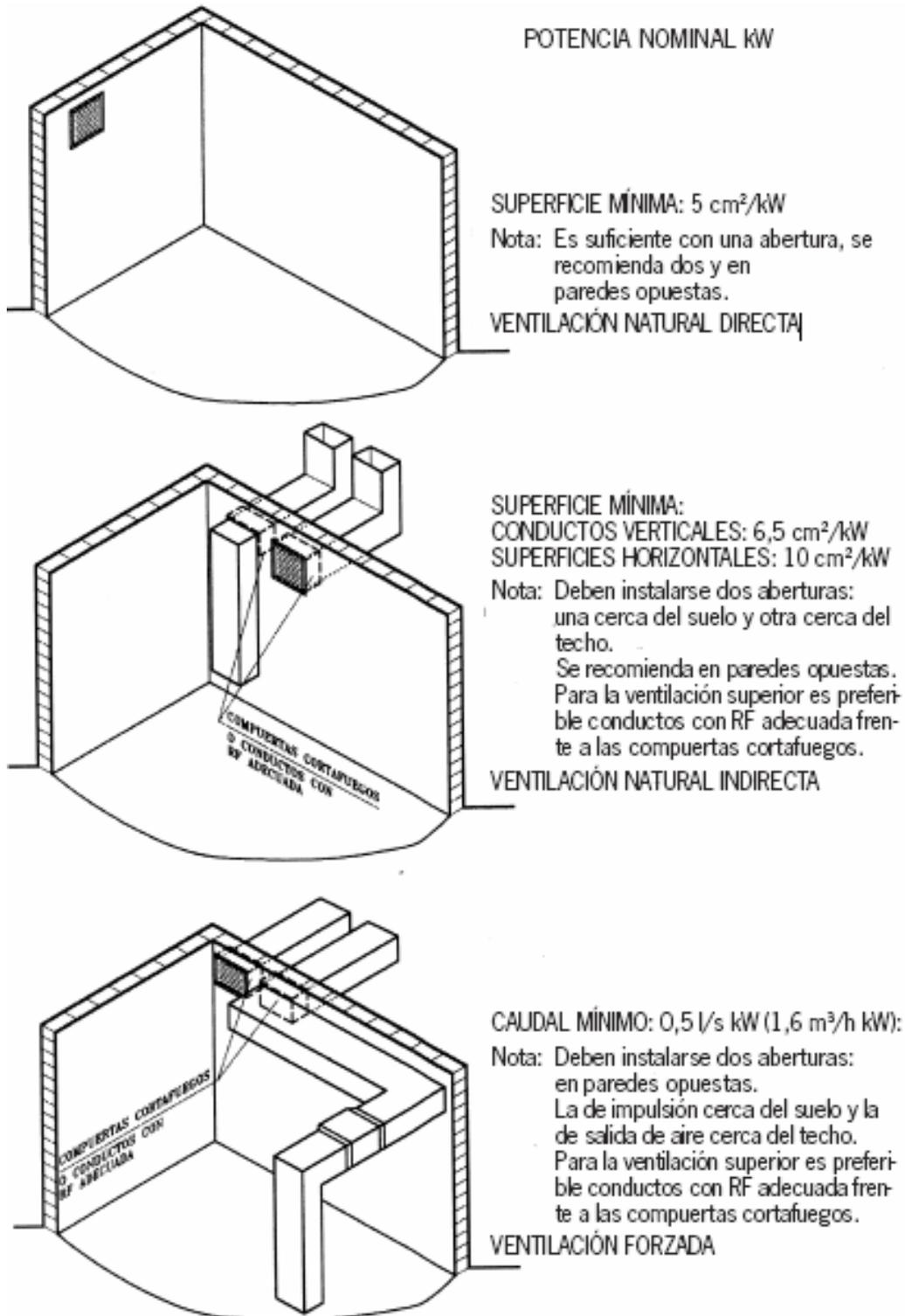
Donde: SV: Sección libre de ventilación [cm²]. PN: Potencia Nominal [KW].

Aunque es suficiente con una rejilla es aconsejable utilizar más de una abertura, situadas, si es posible, en paredes distintas y a diferentes alturas de manera que se favorezca el "barrido" de la sala.

El barrido se da por diferencia de densidades, ya que el aire frío es más pesado que el caliente, entonces el aire caliente saldría por los orificios superiores de la pared mientras sigue entrando aire frío por la parte inferior de la pared. Este barrido es de tipo natural.

La figura 4.7 muestra una representación resumida de los tres tipos de ventilación que se puede dar en cualquier sala de calderos.

Figura 4.7 Tipos de ventilación en una sala de calderos



Fuente: Norma UNE 100.020/1989, "Climatización en la sala de máquinas"

4.12.1 SITUACIÓN ACTUAL

- La sala utiliza para ventilación dos paredes contiguas en que se hallan distribuidos seis orificios para entrada de aire. De los seis orificios solo tres se encuentran abiertos, los restantes se hallan cerrados o tapados por las tuberías.
- Las dimensiones de los orificios son: 97 cm. de alto por 40 cm. de ancho.
- La mayor área para entrada de aire se da por una abertura grande creada provisionalmente en una puerta desenrollable junto a los calderos.
- Las dimensiones de la abertura grande son: 1,82 m. de alto por 3,95 m. de largo.
- Las paredes de la sala se encuentran en contacto directo con el exterior por lo que se considera una Ventilación Natural Directa (Por orificios).

4.12.2 CÁLCULOS

La potencia nominal de los calderos da un valor de 2943,16 KW (Según apartado 4.10.1).

La sección mínima para Ventilación Natural Directa por Orificios es da por la ecuación (1):

$$SV \geq 5 * PN \quad (1)$$

$$5 * PN = 5 * 2943,16 = 14715,8 \text{ cm}^2$$

La sección de los tres orificios de ventilación (A_1) se establece por:

$$A_1 = 3 * 97 * 40 = 11640 \text{ cm}^2$$

La sección de la abertura grande de ventilación (A_2) se determina por:

$$A_2 = 1,82 \text{ m.} * 3,95 \text{ m.} = 7.189 \text{ m}^2. = 71890 \text{ cm}^2$$

Por tanto la sección mínima de ventilación será:

$$SV = A_1 + A_2 = 11640 \text{ cm}^2 + 71890 \text{ cm}^2 = 83530 \text{ cm}^2$$

$$83530 \text{ cm}^2 \geq 14715,8 \text{ cm}^2$$

4.12.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los tres orificios abiertos y la abertura grande para entradas de aire cumplen con el área mínima requerida para una buena ventilación, pero debido a la mala distribución y desiguales secciones provocan una ventilación centralizada sólo en parte frontal de los calderos y no en toda la sala.

4.12.4 RECOMENDACIONES

- La parte trasera de los calderos es la más afectada por la falta de ventilación, ya que no cuenta con las aberturas necesarias, hay que abrir los orificios que se hallan cerrados.
- Se deberá distribuir mejor los orificios de ventilación unos en la parte de arriba de la pared y otros en la parte inferior, esto principalmente para facilitar el barrido de aire.
- Los orificios de ventilación deben estar con malla antipájaro y no con vidrios, como los que tiene la sala de calderos.
- La distribución de orificios se tiene que colocar sólo en las paredes que dan un contacto directo con el exterior de la sala.

4.13 ILUMINACIÓN

La sala de calderos debe disponer de una adecuada iluminación para realizar labores de inspección o mantenimiento en maquinaria y equipos, y en especial, para los dispositivos de seguridad y control, sean estos: manómetros, termómetros, presostatos, termostatos, etc.

Según establece el Real Decreto 486/1997, Art 8 (Anexo 2), el nivel de iluminación mínimo exigido para la sala de calderos corresponde con el requerido por las “Disposiciones mínimas e Seguridad y Salud en los locales de trabajo” para locales con exigencias visuales moderadas y altas.

Esta norma establece que el nivel de iluminación para la sala es de 200 lux y para paneles de control 500 lux, esto valores se compararán con los datos obtenidos de las mediciones en la sala.

4.13.1 SITUACIÓN ACTUAL

- La sala de calderos tiene un total de 21 luminarias distribuidas en todo el cuarto. El tipo de lámpara instalada es fluorescente.
- Una luminaria se encuentra en mal estado, ubicada en la parte central de la sala.

4.13.2 METODOLOGÍA

El nivel de luminosidad se midió con ayuda de un luxómetro y se realizó en horas de la tarde, para evitar que haya alguna variación en los resultados por influencia de las luces solares.

La medición se efectuó en varios planos de trabajo, considerando la altura del sensor y la distancia entre la lámpara y el sensor. En la tabla 4.12 se muestra cuarenta y tres (43) datos obtenidos considerando todas las áreas de la sala.

Tabla 4.12 Mediciones de nivel de iluminación en la sala de calderos de SOLCA

PUNTOS A MEDIR	Medición recomendada [lux]	Medición obtenida [lux]	Altura del sensor [m.]	Altura entre lámpara y sensor [m.]	Tipo de lámpara
CALDERO No. 1					
1. Quemador	200	760	1,4	2,1	Fluorescente
2. Manómetros y Presóstatos	200	444	2,1	1,4	
3. Válvula purga de fondo	200	174	Piso	3,5	
4. Manómetro para presión de combustible	200	480	1,35	2,15	
5. Termómetro de chimenea	200	647	2,15	1,35	
CALDERO No. 2					
6. Quemador	200	410	1,2	2,3	Fluorescente
7. Manómetros y Presóstatos	200	218	2,1	1,4	
8. Válvula purga de fondo	200	174	Piso	3,5	
9. Manómetro para presión de combustible	200	345	1,35	2,15	
10. Termómetro chimenea	200	421	2,15	1,35	
11. Manómetro bomba de alimentación de agua a los calderos	200	226	1,35	2,15	
12. Cabezal distribuidor de vapor	200	530	1,25	2,25	
TANQUE DE AGUA CALIENTE No. 1					
13. Compuerta para ingreso del tanque	200	228	1,2	2,3	Fluorescente
14. Termostato	200	154	1,3	2,2	
15. Manómetro	200	390	1,6	1,9	
TANQUE DE AGUA CALIENTE No. 2					
16. Compuerta para ingreso del tanque	200	367	1,2	2,3	Fluorescente
17. Termostato	200	160	1,3	2,2	
18. Manómetro	200	330	1,6	1,9	
19. Manómetro bomba de retorno agua caliente de los tanques	200	323	0,85	2,65	
ABLADADOR No. 1					
20. Manómetro	200	296	1,4	2,1	Fluorescente
ABLADADOR No. 2					
21. Manómetro	200	333	1,4	2,1	Fluorescente

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA					
22. Manómetro de suministro de agua potable	200	130	2,3	1,2	Fluorescente
23. Bomba para suministro de agua	200	263	0,55	2,95	
24. Panel de control para suministro de presión constante	500	152	1,4	2,1	
SISTEMA DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN					
25. Manómetro bomba de agua caliente de calefacción	200	314	1,05	2,45	Fluorescente
26. Manómetro intercambiador de calefacción	200	282	1,55	1,95	
27. Tanque de expansión de calefacción	200	65	1,75	1,75	
SISTEMA DE AGUA HELADA					
28. Manómetros de agua helada	200	96	2,2	1,3	Fluorescente
29. Tanque de expansión de agua helada	200	65	1,75	1,75	
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
30. Tanque diario de diesel	200	330	1,9	1,6	Fluorescente
SISTEMA DE CONDENSADO Y PURGAS					
31. Tanque de condensado	200	280	3,2	0,3	Fluorescente
SISTEMA CONTRA INCENDIOS					
32. Bomba principal sistema contra incendios	200	323	0,9	2,6	Fluorescente
33. Bomba jockey	200	315	0,6	2,9	
34. Panel de control del sistema contra incendios	500	140	1,5	2	
35. Manómetro sistema contra incendios	200	230	1,95	1,55	
36. Motor diesel	200	270	0,65	2,85	
37. Gabinete del extintor	200	195	1,4	2,1	
38. TABLERO DE CONTROL DE LA SALA	500	110	1,5	2	Fluorescente
39-43 PASILLOS	200	270	Piso	3,5	Fluorescente
	200	341	Piso	3,5	
	200	208	Piso	3,5	
	200	118	Piso	3,5	
	200	258	Piso	3,5	
PROMEDIO DE NIVEL DE ILUMINACIÓN DE LA SALA DE CALDEROS		283			

4.13.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El nivel de iluminación de la sala va desde un valor de 65 lux (tanques de expansión) hasta 760 lux (quemador del caldero No.1), con una media de 283 lux, valor que cumple con la norma establecida.
- El área que mayor iluminación presenta es el sector de los calderos, debido que adicionalmente a la presencia de lámparas, recibe entrada de luz natural por los orificios de ventilación y por la abertura grande de la puerta desenrollable.
- Las celdas enmarcadas de color en la tabla 4.12 indican los valores que se encuentran fuera de la norma (13 lugares). Estos inconvenientes se dan en las partes más alejadas de la sala donde no existe ninguna lámpara, por ejemplo: los tanques de expansión y los manómetros de agua helada. Además existe inconvenientes en aparatos de control y seguridad que se ubican en un nivel inferior de la sala como: las válvulas de purga de fondo de ambos calderos o los termostatos de los tanques de agua caliente.

4.13.4 RECOMENDACIONES

- Algunas lámparas se encuentran en mal estado, se debe reparar de inmediato.
- Se deberá rediseñar el sistema de iluminación de la sala, mejorando especialmente la distribución de las lámparas. La luminosidad tiene que ser uniforme en todos los puntos de la sala, con especial atención en los paneles de control y aparatos de medida y seguridad que demandan mayor exigencia.

4.14 ESTRÉS TÉRMICO

El riesgo de estrés térmico por calor se puede producir por trabajar en ambientes de temperatura alta o por radiaciones térmicas elevadas, como es el caso de una sala de calderos.

Uno de los métodos para valorar el ambiente térmico es mediante el índice TGBH (índice de temperatura de globo y bulbo húmedo) que se utiliza para determinar si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico.

El objetivo de este análisis es calcular y evaluar este índice en la sala de calderos y proponer las medidas preventivas para su control. A seguir, se establece algunas definiciones que permiten realizar este procedimiento:

- **TEMPERATURA DE BULBO SECO**

Es la temperatura que registra el termómetro cuando el bulbo está en contacto con el aire del medio ambiente. La temperatura de bulbo seco (TBS) es conocida también como la temperatura ordinaria del aire atmosférico, se mide con un termómetro común de mercurio.

- **TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO**

La temperatura de bulbo húmedo (TBH) es la temperatura del aire húmedo que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto de una gasa húmeda.

- **TEMPERATURA DE GLOBO O RADIANTE**

Es la temperatura medida debida al flujo de calor radiante. El termómetro de globo se utiliza para medir la temperatura radiante (TG), que puede ser totalmente distinta a la temperatura ambiente. Se coloca el bulbo del termómetro en el medio de una esfera negra hueca de 15 cm. de diámetro. El globo negro absorbe la radiación y calienta el aire adentro.⁽⁸⁾

⁽⁸⁾ NTP 322, Valoración del estrés térmico: WBGT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (Anexo 2)

- **ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO Y BULBO HÚMEDO**

El TGBH se basa en la temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco que representan la carga de calor ambiental.

El Reglamento de Seguridad, Decreto Ejecutivo No. 2393, Art 54, parte 2, literal e, establece que: se regularán los períodos de actividad, de conformidad al índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH), según cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada).

La tabla 4.13 muestra los valores de límites permisibles del índice TGBH, los que se aplicarán a trabajadores aclimatados, completamente vestidos y con provisión adecuada de agua y sal.

Tabla 4.13 Valores del índice de TGBH

Valores límites permisibles del índice de TGBH en °C			
TIPO DE TRABAJO	Carga de Trabajo		
	LIVIANA Inferior a 200 Kcal. / h	MODERADA 200 a 350 Kcal. / h	PESADA Superior a 350 Kcal. / h
Trabajo Continuo	30	26,7	25
75% trabajo 25% descanso, cada hora	30,6	28	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30

Fuente: Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores, Decreto Ejecutivo No. 2393

El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo se determinará considerando la situación bajo techo:

$$TGBH = 0,7 * TBH + 0,3 * TG \quad (2)$$

4.14.1 METODOLOGÍA

Se toma las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y de globo en diferentes sectores de la sala de calderos, para lo cual se utiliza termómetros de mercurio.

La temperatura de bulbo seco se mide con el termómetro con su bulbo al aire libre, para la temperatura de bulbo húmedo se coloca un algodón humedecido en el bulbo del termómetro, y para la temperatura de globo se mide con una esfera metálica hueca de color negro con el bulbo del termómetro sumergido en el espacio vacío de la esfera.

Las mediciones de temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo se realizan cada 5 minutos, mientras que para la temperatura de globo en un tiempo de 15 minutos, periodo en la cual alcanza una lectura estable.

El índice TGBH se calcula por medio de la ecuación (2). La tabla 4.14 muestra la evaluación técnica del índice TGBH que se realizó en la sala de calderos.

Tabla 4.14 Evaluación del índice TGBH en sala de calderos de SOLCA

PUNTOS A MEDIR	TEMPERATURAS			
	TBS [°C]	TBH [°C]	TG [°C]	TGBH [°C]
Quemador de caldero No. 1	23	16,5	58	28,95
Puerta posterior de caldero No. 1	35	20	58	31,4
Quemador de caldero No. 2	25	16	64	30,4
Puerta posterior de caldero No. 1	31	19	59	31
Tanque de Combustible	29	18	33	22,5
Ablandadores	27,5	18	31	21,9
Bombas de suministro de agua	26	19	28	21,7
Tanques de Agua Caliente	29	19	33	23,2
Motor contra incendios	27	20	30	23
Intercambiador de calefacción	27,5	18	32	22,2
Bombas de agua helada	28	18,5	30	21,95
Distribuidor de vapor	29	17,5	30	21,25
Tanque de condensado	27	16,5	31	20,85
PROMEDIO	28	18,15	39,8	

Debido a la poca carga y a un tipo de trabajo no exigente en la sala de calderos, se incluye a ésta en el rango de carga de trabajo liviana y un tipo de trabajo bajo (25% trabajo y 75% descanso cada hora), donde el valor permisible de TGBH es de 32.2 ° C, ver tabla 4.13.

4.14.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El área de los calderos presenta una temperatura de globo de 58 a 64 °C rango que varía, debido a los orificios de ventilación existentes en este sector de la sala.

El índice TGBH de varios sectores (especialmente el área de los calderos) tiene valores críticos de 31° C y 31.4° C, estos aunque cumplen con la norma establecida, se encuentran bordeando los límites máximos (25% trabajo y 75% descanso cada hora).

4.14.3 RECOMENDACIONES

- La sala de calderos debe tener una buena ventilación, es decir todos los orificios deben ser abiertos en su totalidad, y redistribuidos en las paredes del cuarto, ya que el índice TGBH es muy alto, especialmente en el área de los calderos.
- Los trabajadores no se deben exponer mucho tiempo al calor que desprende los calderos, ya que este riesgo ergonómico puede producir en estos un estrés térmico.

4.15 RUIDO

El ruido es uno de los agentes contaminantes más frecuente en los puestos de trabajo de tipo industrial, puede producir daños auditivos, dando lugar a otros efectos como son: alteraciones fisiológicas, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas.

El ruido en todos los sectores de la sala de calderos es el más evidente, es por eso que se realizó una evaluación general considerando los puntos más críticos de trabajo.

4.15.1 SITUACIÓN ACTUAL

La medición de ruido en las áreas de la sala se realizó con ayuda de un sonómetro de escala (A) considerando además los niveles en bandas de octava.

La toma de datos se efectuó en un día normal de trabajo, incluyendo además las oficinas aledañas a la sala. La tabla 4.14 muestra los resultados de la medición.

Tabla 4.15 Mediciones de ruido en la sala de calderos de SOLCA

PUNTOS A MEDIR	ESCALA DE FRECUENCIAS [Hz.]									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Quemador de caldero No. 1	84,5	86	86	85,5	85	84,5	85	84,5	85	85,5
Bombas de alimentación a calderos	81	80	80,5	83	81,5	82	82,5	82	82,5	81,5
Bombas de suministro de agua	83	82,5	83,5	83,5	83	83	82	82,5	82	82,5
Puerta posterior caldero No. 2	80,5	81	80,5	81	81	81,5	81	81	81	80,5
Oficina de Mantenimiento No. 1	53	53,5	53,5	53	52,5	54	54	53	53,5	53
Oficina de Mantenimiento No. 2	56	56,5	57	56,5	56,5	57	56,5	55	56,5	57

4.15.2 CÁLCULOS

El procedimiento de cálculo se basa en determinar el nivel de presión sonora promedio (L_p PROMEDIO) en cada área de trabajo que fue medido:

Primeramente, se debe determinar el nivel de presión sonora (L_p) correspondiente a cada frecuencia, mediante la ecuación (3).

$$L_p = 20 * \text{Log} \frac{p}{p_o} \quad (3)$$

Donde:

p : presión eficaz de la presión sonora medida

p_o : presión de referencia a la presión de un tono apenas audible, es decir 20 μPa

Posteriormente, se calcula el nivel de presión sonora promedio en cada puesto de trabajo, mediante la ecuación (4).

$$L_{p\text{PROMEDIO}} = 10 * \text{Log} \left(\frac{\sum_{i=1}^{i=n} p_i^2}{p_o^2} \right) \quad (4)$$

• EJEMPLO DE CÁLCULO

Se considera el primer punto medido (quemador del caldero No.1), el primer dato para escala (A) es 84.5 dB (ver tabla 4.15), se emplea ecuación (3) y se calcula p .

$$84.5 = 20 * \text{Log} \frac{p}{2 * 10^{-5}} \Rightarrow p = 0,3358\text{Pa}$$

Se realiza el mismo cálculo para cada frecuencia, estos resultados se pueden apreciar en la tabla 4.16

Tabla 4.16 Valores de presión sonora medida para ejemplo de cálculo

L_p PROMEDIO [dB.]	84.5	86	86	85.5	85	84.5	85	84.5	85	85.5
p [Pa.]	0.3358	0.3991	0.3991	0.3767	0.3557	0.3358	0.3557	0.3358	0.3557	0.3767

Finalmente, mediante la ecuación (4) se halla el nivel sonoro promedio de este punto de trabajo:

$$L_{\text{PROMEDIO}} = 10 * \text{Log} \left(\frac{0.3358^2 + 0.3991^2 \dots + 0.3557^2 + 0.3767^2}{(2 * 10^{-5})^2} \right) = 95.19[\text{dB}]$$

De la misma manera se procede para los demás datos. La tabla 4.17 muestra los resultados de la evaluación de acuerdo a los límites permisibles que rige el Reglamento de Seguridad, Decreto Ejecutivo No. 2393, Art 55, partes 6 y 7.

Tabla 4.17 Evaluación técnica de ruido en la sala de calderos de SOLCA

PUNTOS A MEDIR	NIVEL SONORO PROMEDIO [dB.]	EXPOSICIÓN MÁXIMA DIARIA [h.]
Quemador de caldero No. 1	95.19	2
Bombas de alimentación a los calderos	91.74	2
Bombas de suministro de agua	92.78	2
Puerta posterior caldero No. 2	90.91	2
Oficina de Mantenimiento No. 1	63.32	8
Oficina de Mantenimiento No. 2	66.48	8

No obstante, los puestos de trabajo que demanden actividad intelectual, como es el caso de las oficinas, no excederán de 65 decibeles de ruido.

4.15.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El tiempo de exposición máxima diaria de los puestos de trabajo está en conformidad con la tabla 4.17. De igual manera, el nivel de ruido en la oficina de mantenimiento No. 2 se encuentra fuera de la norma.

4.15.4 RECOMENDACIONES

Debido que en la oficina de mantenimiento No. 2, el nivel de ruido no cumple con lo que prescribe la norma, para precautelar la salud de los trabajadores es recomendable en este sitio utilizar tapones auditivos.

CAPÍTULO 5

SEGURIDAD EN CALDEROS PIROTUBULARES

En este capítulo se van a analizar las causas y riesgos de accidentes en calderos pirotubulares, así como algunos puntos generales sobre inspección y mantenimiento de estos aparatos. Se incluye además un Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial aplicable a cualquier sala de calderos.

En la generación de vapor se presenta además de los riesgos debido por las condiciones del fluido, como son temperatura y presión, a las propias que se dan por la utilización en sí del equipo, estos pueden ocasionar problemas considerables como explosiones e incendios, resultando un riesgo para personas y bienes que se hallan en sectores aledaños a la sala.

5.1 CAUSAS DE ACCIDENTES EN CALDEROS PIROTUBULARES

Las causas que pueden producir accidentes en calderos pirotubulares se resumen de la siguiente manera:

- Fallos por producirse plasticidad en los materiales que produce una pérdida de las propiedades mecánicas.
- Corrosión y erosión de los tubos que produce una disminución del espesor de los mismos y por ende de sus características resistentes.
- Fisuras en las placas tubulares debidas a la presencia de incrustaciones o depósitos.
- Mala regulación de la llama que produce un calentamiento local de las zonas metálicas.

- Colapso de los hogares debido a una disminución del nivel de agua, defectuosa circulación a través de los tubos o excesiva vaporización en la cámara de agua.
- Acumulación de gases combustibles en el hogar que puede producir un incendio accidental.
- Mala calidad del agua de alimentación al caldero, lo que se traduce en depósitos que rodean a los tubos de fuego o se pegan en las placas tubulares en el lado agua, significando una transferencia de calor defectuosa con sobrecalentamiento de materiales.
- Mal mantenimiento de los aparatos y dispositivos de seguridad, como son: válvulas de seguridad, indicadores de nivel, presóstatos, termostatos, control de bajo nivel de agua, etc.

5.1.1 FISURAS EN TUBOS DE HUMO Y PLACA TUBULAR

Las causas que dan origen a la fisuración de los tubos de humo y placa tubular son los siguientes:

- Sobrecalentamientos locales debidos a una sobrecarga del caldero, que a su vez pueden producirse por:

- Una capacidad del caldero inferior a la demanda, lo que puede ocasionar una continua sobrecarga.
- Cambio del tipo de combustible utilizado en el caldero, por ejemplo: paso de fuel-oil a gas, lo que establece una marcada diferencia en el aporte térmico.

- Choques térmicos, que pueden suscitarse debidos a:

- Constantes puestas en marcha y paradas del quemador, por ejemplo: si es del tipo de regulación todo/nada, la aportación de calor pasa de máxima a nula.
- Longitud del tubo que sobresale de la placa tubular, mal contacto de tubo y placa, soldadura insuficiente o ausencia de soldadura. Esto se convierte en una mala refrigeración del extremo del tubo por el agua del caldero, que puede agravarse por la presencia de incrustaciones o depósitos.
- Fisuras en las placas tubulares, que pueden producirse debidas a un mandrilado excesivo y a la presencia de depósitos. Estas fisuras se pueden ir enlazando entre sí, de tal manera que, si llegan a formar un polígono cerrado, correrá el riesgo de rotura por lo que será necesaria la sustitución de la placa.
- Alimentación discontinua del agua de alimentación.

5.1.2 FISURAS Y ROTURAS EN SOLDADURAS DE ELEMENTOS DE REFUERZO

Algunos calderos tienen instalados elementos de refuerzo, soldados entre la placa tubular y la envolvente, con objeto de dar una mayor rigidez al conjunto.

En las soldaduras de dichos refuerzos pueden aparecer fisuras, debido principalmente a esfuerzos cíclicos en el funcionamiento del caldero, incluso hasta el punto de llegar a un desprendimiento de la chapa.

Otros factores pueden ser: sobredimensionamiento de los refuerzos, soldaduras efectuadas sin penetración total o una inclinación excesiva del refuerzo con respecto al eje del caldero.

5.1.3 CORROSIÓN

5.1.3.1 Corrosión en el lado agua

La corrosión tienen mucha influencia en las averías que puede presentar un caldero, y son debidas en general a un mal tratamiento del agua de alimentación.

Hay que recalcar un tipo de corrosión que se presenta generalmente en la zona de unión de los tubos con la placa tubular, en el interior del caldero o lado agua. Este tipo de corrosión se extiende a lo largo de toda la circunferencia de unión tubo-placa, disminuyendo el espesor y llegando incluso a producir perforaciones.

El origen de este tipo de corrosión se da usualmente bajo depósitos entre placa y tubo, debido por la presencia de tensiones residuales, concentración elevada de sosa cáustica en el agua de alimentación, que se acumula como depósito en la unión tubo-placa, o en los intersticios que pueden quedar entre el tubo y la placa.

5.1.3.2 Corrosión en el lado fuego

Un tipo de corrosión que aparece en el lado fuego de los calderos es una corrosión ácida debida al azufre presente en combustibles como el fuel-oil. Si la temperatura en esta zona desciende por debajo del punto de rocío del SO_2 formado, se produce la condensación y en presencia de humedad da lugar a la formación de ácido.

El efecto es tan perjudicial que puede obligar a la sustitución de todos los tubos. Las precauciones consisten en una limpieza de hollines en la pared del caldero.

5.1.4 DEFORMACIÓN DEL HOGAR

La deformación del hogar es debido a una acción combinada de la presión interna y de un calentamiento excesivo. Todas las causas que producen esta deformación serán analizadas a continuación:

5.1.4.1 Deformación del hogar debido a la presión

Cuando la deformación del hogar, e incluso la ruptura, se produce debido exclusivamente a la presión, en este caso, se trata de calderos que poseen hogares lisos con una longitud y diámetro elevados, lo que origina cierta inestabilidad.

5.1.4.2 Falta de agua en el caldero

Las causas que originan la falta de agua en el caldero son las siguientes:

- Depósitos o incrustaciones en la cámara del flotador del control de bajo nivel de agua
- Cierre intempestivo de las válvulas de alimentación del caldero
- Fallo en la bomba de alimentación de agua
- Obstrucción de la tubería de alimentación de agua
- Deformación o ruptura del flotador

Estas causas tienen a su vez dos razones: por la falta de purga en la cámara del flotador y sus comunicadores, y un tratamiento del agua del caldero inadecuado.

Hay que considerar que algunos tratamientos que se efectúan en el interior del caldero, pueden provocar barros o lodos que se acumulan en la cámara del flotador si no son purgados, por lo que deben ser desechados. Cuando la falta de agua en el caldero se debe a la acumulación de lodos en el cuerpo del control de nivel de agua, esto puede ser muy progresivo, dando lugar a la aparición a lo largo de la parte superior del hogar y en toda su longitud de unas fisuras concéntricas, produciéndose la ruptura del hogar.

La falta de agua en el caldero produce una deformación importante en la parte más caliente del hogar, situada en el sector superior del mismo y en la zona más próxima al quemador, siendo lo más frecuente el que se deformen los tubos de humo.

Si el metal que forma la pared del hogar o alguna soldadura del mismo ha sufrido un proceso de fragilización, el hogar puede romperse, dejando pasar el vapor y la presión de éste, provocando la explosión del caldero con resultados desastrosos. Además, se debe tener en cuenta que la energía almacenada en el vapor puede desprender la puerta posterior del caldero y el quemador, el cual es lanzado como un proyectil, siendo ésta la causa de graves accidentes.

5.1.4.3 Depósitos e incrustaciones en la pared del hogar

Los depósitos que se alojan sobre las paredes del hogar en el lado agua, impiden una buena refrigeración del mismo, que se convierte en un riesgo de sobrecalentamiento del material del que está formado.

Además, se suelen adherir a la superficie de los calderos, pequeñas incrustaciones y lodos, estos se depositan sobre la parte superior especialmente durante las paradas. Cuando estas alcanzan una cantidad suficiente, se deslizan alrededor de las paredes del hogar hasta el fondo, pudiendo bloquear la parte inferior del mismo, entre las paredes del hogar y los tubos de humo, dando lugar a la deformación de dicha zona del hogar.

5.1.4.4 Mala regulación de la llama del quemador

Si el quemador del caldero se encuentra inclinado con respecto al eje del hogar, la llama chocará contra la pared del mismo, produciendo un sobrecalentamiento en la zona donde incida la flama.

5.1.4.5 Ausencia de circulación de agua

La ausencia de circulación de agua puede ocurrir cuando exista una refrigeración insuficiente en determinados puntos o zonas. Este fenómeno se da en los puntos situados sobre la parte inferior y superior del hogar, la velocidad de circulación del agua puede ser muy pequeña e incluso nula, produciendo un riesgo de sobrecalentamiento y deformación del hogar.

Además, en la parte inferior es posible que se formen burbujas de vapor, con lo que esas zonas quedarían aisladas térmicamente y consecuentemente, aumentaría el riesgo de sobrecalentamiento.

También hay que considerar la falta de refrigeración que se puede producir en el hogar, durante el arranque en frío del caldero, si esta se ve sometida a un proceso rápido de calentamiento.

Este fenómeno de sobrecalentamiento puede aumentarse, si durante la parada del caldero se han producido depósitos de lodos, lo que puede provocar una ruptura de la pared del hogar.

5.1.5 FISURAS EN EL HOGAR

5.1.5.1 Fisuras en la zona de apertura de llama

Estas fisuras son difíciles de discernir, apareciendo en la zona de fuego y situadas en la cima de las partes corrugadas del hogar expuestas a la llama.

El origen se debe a defectos del material en procesos de fabricación del aparato, que evolucionan durante el funcionamiento del caldero beneficiadas por la existencia de depósitos en la zona agua, o una mala regulación del quemador, produciendo una mala circulación del agua o el conocido “Efecto Dardo”.⁽¹⁾

5.1.5.2 Fisuras en la zona posterior del hogar

Las causas de estas fisuras se producen cuando hay un sobresaliente excesivo del hogar con la placa tubular o por la existencia de aristas vivas por un mandrilado defectuoso.

⁽¹⁾ La aparición de una pequeña fisura en las paredes que trae como consecuencia la descarga del gas contenido formando un chorro de gas a presión. Si durante la descarga este chorro entra en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de chorro.

5.1.6 ESCAPES EN LA UNIÓN DE LOS TUBOS DE HUMO CON LA PLACA TUBULAR

Los escapes tienen su origen en el mandrilado defectuoso o en la falta de soldadura entre la placa y el tubo, debido a:

- Sobrecalentamiento de los extremos de los tubos
- Variación de la longitud de los tubos, provocado al trabajar el caldero en régimen variable
- Procesos de mandrilados repetidos
- Corrosión producida entre el tubo y la placa tubular

Para evitar este tipo de riesgos, se requiere un tratamiento de agua adecuado, evitar los sobrecalentamientos y las variaciones extremas del régimen del caldero. Además, se debe tener en cuenta que la regulación del caldero mediante todo/nada debe evitarse.

5.1.7 EXPLOSIÓN EN EL LADO FUEGO

Se pueden producir explosiones en el interior del caldero, debido a la acumulación de combustible, que puede tener su origen en un fallo de la llama sin que se corte la aportación del mismo, o en la falta de barrido previo al encendido, tras un intento fallido.

5.1.8 OTROS RIESGOS

Entre los defectos que se pueden encontrar, cabe citar los debidos a una mala ejecución de las soldaduras en el proceso de fabricación del caldero, como son: porosidad, penetración incompleta, fusión incompleta, o inclusiones de escoria, fisuras y demás.

5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Los principales riesgos que se pueden presentar en los calderos y sus consecuencias sobre los mismos, pueden darse debido a malos procedimientos en:

- Manejo y conducción del caldero
- Formación del operador del caldero

Las recomendaciones que se pueden emitir en estos apartados son generales para los calderos pirotubulares, pero siempre si es posible se debe seguir lo recomendado por el fabricante para que su funcionamiento sea adecuado.

5.3 MANEJO Y CONDUCCIÓN DEL CALDERO

La conducción adecuada del caldero no es solamente fundamental para obtener un buen rendimiento de la misma, sino que de ello depende la seguridad en la operación.

5.3.1 OPERACIONES DE PREPARACIÓN DEL CALDERO

La primera operación que se debe efectuar para poner en marcha un caldero pirotubular será la preparación de la misma, realizándose las siguientes operaciones detalladas:

- Se procederá a la inspección interna del hogar, los tubos de humo, pasos de gases, conductos de aire y de gas, y demás; para asegurarse de que todo está bien montado y libre de obstáculos.
- Se inspeccionarán y operarán todos los dispositivos del sistema de combustión, hasta donde sea posible, sin admitir combustible en el hogar.

- Se accionarán todos los componentes del sistema de aire y los elementos del sistema de control automático, para determinar que están en buenas condiciones, sean estos: motor modulante del quemador, control de bajo nivel de agua, damper de aire, etc.
- Se asegurará que todas las puertas y accesos estén en condiciones de funcionamiento y operen adecuadamente.
- Se comprobará el buen funcionamiento de todos los dispositivos de regulación y de seguridad tales como: válvulas, paso de alimentación de combustible, etc.
- Se comprobará que están en buenas condiciones y cerradas las válvulas de purga, columnas de agua, válvulas de drenaje de indicadores de nivel, grifos de prueba y válvulas de agua de alimentación.

5.3.2 LLENADO DEL CALDERO

El llenado de un caldero pirotubular tiene que cubrir las siguientes operaciones:

- El llenado debe ser hasta el nivel de operación recomendado por el fabricante, con agua tratada adecuadamente, la cual se encontrará preferiblemente a temperatura ambiente, a fin de no provocar bruscas dilataciones en los materiales. En ningún caso se deberá trabajar a la temperatura de ebullición.
- Una vez que se encuentre llena, se abrirán y cerrarán los grifos de los indicadores de nivel y las válvulas de purga de la columna de agua para asegurarse de que las conexiones están libres y limpias.
- Se comprobará el manómetro, así como el que todas las válvulas estén abiertas.

- Se comprobará que las válvulas de seguridad instaladas estén en condiciones de operación y que las tuberías de descarga sean adecuadas y convenientemente dirigidas hasta la parte externa de la sala.

5.3.3 SECADO DEL CALDERO

El proceso de secado sirve especialmente en algunas partes del aparato como son: las toberas de los quemadores o puertas de acceso, éstos están formadas por materiales refractarios, los cuales requieren la eliminación de humedad para poder alcanzar unas buenas características sin agrietamiento.

Esta operación se realiza conjuntamente con el denominado “hervido”, que se detalla a continuación:

5.3.4 HERVIDO DEL CALDERO

Este procedimiento se da cuando un caldero es nuevo, este tiene en sus superficies internas, cantidades pequeñas de aceite, grasa, o bien están recubiertos por sustancias protectoras, aplicadas durante la fabricación o el almacenamiento.

Estas sustancias tienen que ser eliminadas del caldero ya que, al ser deficientes conductores del calor, pueden ocasionar sobrecalentamientos en las distintas partes del aparato, lo que puede originar los riesgos descritos en los apartados anteriores.

El procedimiento se hace utilizando productos desengrasantes o antiespumantes. Se emplean normalmente productos alcalinos, como carbonato sódico y sosa cáustica, que transforman las grasas, formando una composición jabonosa que se elimina por purga durante el hervido.

Durante el proceso de hervido se deberán tener en cuenta las siguientes medidas:

- Las sustancias químicas deben ser disueltas en el agua antes de introducirse en el caldero. No deben añadirse en forma sólida directamente.
- La adición de las sustancias químicas se realizará por la parte superior del lado agua del caldero.
- Debido que la sosa cáustica libera gran cantidad de calor en contacto con el agua, se tomará un volumen grande de agua para efectuarlo.
- Dado que se debe operar con sustancias cáusticas, se utilizarán gafas y guantes de protección, ver Capítulo 4 apartado 4.3.2.
- El encendido del caldero será de acuerdo con los procedimientos de arranque del mismo.
- En esta fase se deberá tener cuidado para mantener el nivel de agua del caldero.
- La presión necesaria para el hervido deberá especificarla el fabricante; como regla general, será la adecuada para procurar una circulación completa en toda el caldero y una temperatura en el agua, que permita transformar los aceites presentes en el interior en una solución jabonosa para facilitar la purga.
- Una vez conseguida la presión deseada, se debe mantenerla un tiempo mínimo, recomendado por el fabricante. Transcurrido dicho período, se apagan los fuegos y se inicia la purga.
- Se volverá a llenar el caldero, encendiendo y repitiéndose todo el proceso anterior otro período de tiempo, recomendado por el fabricante, hasta que todo el aceite haya desaparecido en la muestra enfriada de agua tomada.

- Durante el hervido se deberá emplear un nivel tubular provisional, en lugar de los niveles ópticos permanentes, para evitar el deterioro de cristales.
- Concluido el proceso, se dejará que el caldero se enfríe naturalmente y se abrirán todas las purgas. El calor residual del caldero provocará el secado de las superficies internas.
- Una vez frío el caldero se procederá a la inspección de la misma, debiendo ser eliminada cualquier sedimentación que se observe y comprobar que no hay ninguna adherencia de aceite. Se recomienda efectuar un último lavado con agua a presión.
- Una vez realizada la inspección, se cerrarán las puertas y se sustituirá el nivel óptico provisional empleado en el proceso. Finalmente se llenará de agua desmineralizada o condensada, quedando preparada para operación normal.

5.3.5 TRATAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DEL CALDERO

El tratamiento del agua de alimentación del caldero debe tener una buena calidad para garantizar el buen funcionamiento y seguridad, este aspecto debe ser de mucha importancia para el personal encargado del manejo del aparato.

La tabla 5.1 muestra una serie de impurezas que pueden presentarse en el agua y su efecto sobre el caldero.

Tabla 5.1 Impurezas en el agua de alimentación del caldero

IMPUREZA	FÓRMULA	FORMA	EFECTO
Dióxido de carbono	CO ₂	Gas	Corrosión
Oxígeno	O ₂	Gas	Corrosión
Materias en suspensión	-	Sólidos no disueltos	Depósitos, espumas y arrastres en vapor
Materia orgánica	-	Sólidos disueltos y no disueltos	Depósitos, espumas y arrastres en vapor
Aceite	-	Coloidal	Depósitos, espuma y arrastres en vapor
Acidez	H ⁺	-	Corrosión
Dureza	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Sales disueltas	Incrustaciones
Alcalinidad	CO ₃ , CO ₃ H, OH	Sales disueltas	Espumas, arrastres en el vapor, desprendimiento de CO ₂ , fragilidad cáustica
Salinidad (STD)	-	Sales disueltas	Depósitos, espumas y arrastres en vapor
Sulfatos	SO ₄	Sales disueltas	Aumento salinidad, con Ca ⁺⁺ forma incrustaciones muy duras
Cloruros	Cl ⁻	Sales disueltas	Aumento salinidad y corrosión
Sílice	SiO ₂	Sales disueltas, a veces coloidales	Incrustaciones y depósitos sobre turbinas u otros aparatos
Hierro, Manganeseo	Fe, Mn	Sales disueltas o insolubles	Depósitos
Cobre	Cu	Sales disueltas o insolubles	Depósitos y corrosión

Fuente: "La seguridad en calderos", Alonso Francisco, pág. 130

5.4 INSPECCIÓN EN CALDEROS PIROTUBULARES

La inspección es un examen minucioso que se hace al caldero y a sus componentes principales para verificar un buen funcionamiento de los mismos.

5.4.1 INSPECTOR

El Inspector es una profesional designado por la autoridad competente para efectuar las inspecciones y servicios relativos al funcionamiento del caldero.

Existen tres tipos de inspecciones: Interna, Externa y Prueba Hidrostática, los cuales son detallados a continuación:

5.4.2 INSPECCIÓN INTERNA

La inspección interna es un examen practicado al caldero cuando éste se halla en una parada. Todos los accesorios y partes del aparato son abiertos o quitados para una examinación interior. Esta inspección tiene el objetivo de determinar posible:

- Corrosión, incrustación, fugas o desgaste en las superficies del lado agua y fuego del caldero
- Deformación lateral de las paredes del hogar
- Deterioro del refractario del caldero
- Resistencia de las uniones soldadas del caldero (elementos de refuerzo o uniones tubo-placa)

5.4.3 INSPECCIÓN EXTERNA

La inspección externa es un examen que se hace al caldero, accesorios y conexiones mientras ésta se encuentra en servicio. Se deber verificar principalmente los siguientes parámetros:

- El estado y funcionamiento de las válvulas de seguridad
- El funcionamiento de la válvula de purga de fondo
- El funcionamiento del sistema de control de bajo nivel de agua
- Estado físico y funcionamiento de manómetros y termómetros
- Estado técnico de los indicadores del nivel de agua y grifos
- Estado técnico de la alimentación automática del combustible
- Estado técnico del sistema de alimentación de agua
- El estado del aislamiento de la línea principal de vapor del caldero

5.4.4 PRUEBA HIDROSTÁTICA

La prueba hidrostática permite comprobar la resistencia de los elementos del caldero y la hermeticidad de las uniones. El aparato será sometido a dicha prueba con todos sus accesorios instalados.

5.4.5 REPORTE DE INSPECCIÓN

Es un documento en el que constan las partes que se examinan en una inspección interna y externa que permiten realizar una evaluación general del estado del caldero, para luego determinar las posibles reparaciones si así fuese necesario. Un modelo de un reporte de inspección para calderos pirotubulares se muestra en el formato FSCS-9.

5.5 MANTENIMIENTO DE CALDEROS PIROTUBULARES

El mantenimiento en este tipo de calderos debe ser una actividad rutinaria, muy bien controlada en el tiempo. Las operaciones de mantenimiento a realizar vendrán determinadas por el fabricante del mismo. Dentro de dichas operaciones deberán figurar:

- Comprobación de la alineación del caldero, desniveles o movimientos anormales, que se evidencia por desplazamientos de alguna de las partes a presión.
- Corrosión y erosión en los tubos de humo.
- Fugas en tuberías, válvulas, envolvente, chimenea y sus conexiones.
- Revisión técnica de las válvulas de seguridad y sus conexiones.
- Revisión técnica de los indicadores de nivel, grifos, columnas de agua, controles, alarmas por bajo nivel, válvulas de alimentación y demás.

- Ausencia de fragilización cáustica en juntas y uniones de tubos.
- Se examinará el estado de los tubos y de las placas tubulares, así como la posible deformación del hogar.
- Presencia de depósitos o incrustaciones en las distintas partes del caldero.

Los siguientes apartados muestran algunos puntos a considerar para realizar mantenimiento diario, mensual, semestral y anual.

5.5.1 MANTENIMIENTO DIARIO

Las tareas diarias de mantenimiento que se efectúan en calderos pirotubulares son las siguientes:

- Verificar el ciclo de funcionamiento del quemador.
- Revisar el control de la bomba de alimentación y/o bajo nivel de agua.
- Control rígido del programa de purgas del caldero.
 - Purga de fondo, cada cuatro horas
 - Purga de niveles, cada cuatro horas
 - Purga de la columna de agua y manómetros
- Cuidados con empaquetaduras de la bomba de alimentación de agua.
- Limpieza de las boquillas del quemador.
- Verificación de la temperatura del agua de alimentación (nunca debe acercarse a la temperatura de ebullición).
- Verificación diaria de la limpieza de: mallas a la entrada de aire al ventilador, filtro de combustible, el área del caldero y sus controles.

- Verificación si existiera una mala combustión, desajuste de la relación aire-combustible, presión y temperatura del mismo (Humos en la chimenea, temperatura de los gases, etc.).
- Verificación diaria de la presión, producción de vapor y/o consumo de combustible.

5.5.2 MANTENIMIENTO MENSUAL

Los puntos básicos de supervisión durante el mantenimiento mensual son:

- Limpiar con cuidado el polvo de los controles eléctricos del caldero y quemador y revisar los contactos de los arrancadores.
- Limpiar todos los filtros en líneas de combustible y/o vapor, cerciorarse del estado de los mismos y el tipo de suciedad.
- Efectuar tareas mantenimiento del sistema de alimentación de agua:
 - Limpieza de los filtros de agua de alimentación del caldero.
 - Limpieza del tanque de agua de alimentación del caldero.
 - Comprobar del funcionamiento de las válvulas de control de nivel.
 - Revisar la bomba de alimentación, su lubricación, los empaques, ajustes y sus conexiones.
 - Verificar el alineamiento de la bomba de alimentación con su motor. Si la bomba se ha desalineado, causa vibraciones y posibles daños en acople y rodamientos.
- Efectuar tareas de mantenimiento del sistema de combustión:
 - Desmontar y limpiar el conjunto del quemador.
 - En las unidades equipadas con una ignición a gas, se deben mantener limpios en toda su extensión los conductos de aire al

encendedor. Periódicamente deberá desarmar el mezclador de gas, el cual mezcla el gas y el aire para la llama piloto y deberá limpiar todos los conductos internos. El taponamiento de la tubería de aire provoca encendido defectuoso e irregular.

- El detector que verifica la existencia de llama, ya sea del piloto y/o de la llama principal, debe mantenerse limpio, si se acumula hollín o polvo en el lente del detector o en el tubo de montaje, la detección de la llama se interrumpirá y el quemador se apagará por falsa señal de falla de llama.

- Verificar el estado de la cámara de combustión y los refractarios.
- Verifique los tornillos de anclaje de los motores y bombas.
- Disparar manualmente las válvulas de seguridad.
- Verificar el estado de todas las trampas de vapor. Las trampas defectuosas no sólo malgastan el vapor sino en los sistemas con retorno de condensados se presentan bloqueados.
- Efectuar una limpieza cuidadosa de la columna de agua. Remover los tapones inferiores bajo la columna de agua y limpiar el sedimento que pueda haber en el tubo que entra al caldero. Esto sólo se podrá hacer cuando el caldero esté frío y el nivel de agua del caldero esté abajo de la conexión.
- Limpiar la malla de entrada de aire al ventilador.
- Verificar todas las válvulas y grifos. Rectificar los asientos de las válvulas y cambiar los empaques donde sea necesario.
- Dependiendo del tipo de combustible se debe hacer una la limpieza del sistema de circulación de gases, tubo de combustión y chimenea.

5.5.3 MANTENIMIENTO SEMESTRAL

El programa de mantenimiento semestral incluye el programa de mantenimiento mensual adicionando la siguiente tareas:

- Revisar el lado de agua del caldero. Una vez el caldero esté fría se debe drenar por completo, abrir las tapas y lavar bien con agua a presión, verificando que toda la incrustación y sedimentos sean removidos del interior.
- Después de lavar el caldero, examine con cuidado las superficies de evaporación, para ver si hay indicios de corrosión, picadura o incrustación.
- Limpiar el lado de fuego de los tubos, la eficiencia del caldero depende en gran parte de una superficie limpia de los tubos. El hollín actúa como un aislante y evita la absorción del calor.
- Al llenar el caldero para volver a ponerla en servicio, se debe verificar la hermeticidad de las tapas de inspección y acceso, apretándolas con una llave a medida que caliente el caldero y suba la presión.

5.5.4 MANTENIMIENTO ANUAL

El programa de mantenimiento anual incluye los puntos de chequeo del programa de mantenimiento semestral y adicionalmente los siguientes puntos:

- Cambiar la empaquetadura de la bomba de alimentación si se necesita.
- Si hay facilidad de revisar los motores, debe proceder a su mantenimiento. El mantenimiento debe incluir desarme de los motores para limpieza completa y prueba de los aislamientos. Cualquier depósito de aceite o grasa en las bobinas debe ser quitado y éstas limpiadas perfectamente, teniendo cuidado de no humedecerlas.

- De acuerdo con los análisis de un especialista en aguas, y de observaciones de formación de espumas en la superficie se debe determinar si se requiere una limpieza química del caldero.
- Se efectuará inspecciones interna, externa y de prueba hidrostática del aparato, en el que se incluirá la medición de espesores, existencia de corrosiones o desgastes anormales. Así mismo, se comprobará que los órganos de seguridad y los controles automáticos se encuentran en perfectas condiciones.

5.6 FORMACIÓN DEL OPERADOR DEL CALDERO

Las personas encargadas de vigilar, supervisar, conducir y mantener el caldero deberán ser instruidas adecuadamente en el funcionamiento del mismo, e informada de los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra, una mala conducción y un deficiente mantenimiento.

El personal que maneja el caldero deberá contar en la sala de calderos con las principales instrucciones de empleo del conjunto caldero-quemador, y además debe disponer en la sala de calderos de:

- Manual de instrucciones del caldero
- Manual de instrucciones del equipo de combustión
- Manual de instrucciones del tratamiento de agua
- Datos obtenidos en el protocolo de puesta en marcha

Será obligación del personal que maneja el caldero de comunicar inmediatamente, al responsable de mantenimiento, cualquier defecto que aparezca en el caldero, debiendo apagarla inmediatamente si dicho defecto es alguno de los indicados a continuación:

- Las paredes del caldero y su superficie de calefacción empiezan a deformarse o es evidente alguna deformación en algún punto.

- Aparece una gran pérdida de agua.
- En el caso de fallo de los mecanismos de alimentación, permaneciendo estos operables, no es posible el suministro de la cantidad de agua necesaria.
- Las válvulas de seguridad no actúan a la presión adecuada.
- Aparecen grietas y roturas en la obra refractaria en las zonas del hogar o en otras zonas protegidas del fuego, así como si aparece vapor o humedad en la zona de obra refractaria.
- Se observan defectos en los tubos, en la unión de los tubos a la placa tubular, así como si aparecen fisuras en las chapas de las partes sometidas a presión.

5.7 REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL PARA CALDEROS PIROTUBULARES

5.7.1 OBJETIVO

El Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial para calderos pirotubulares tiene por objeto establecer los requisitos de seguridad aplicables a los calderos, referidos tanto, a los procedimientos exigibles de dichos equipos como a las condiciones de la sala de calderos, contribuyendo de esta manera a preservar la salud y seguridad de los trabajadores en el desempeño de sus tareas.

El presente reglamento consta de cuatro capítulos en materia de: Seguridad Industrial, Higiene Industrial, Funcionamiento del caldero, y Obligaciones, Prohibiciones y Sanciones, estos serán desglosados a continuación:

5.7.2 CAPÍTULO I. SEGURIDAD INDUSTRIAL

SALA DE CALDEROS

ART. 1. Los calderos deberán instalarse, en edificios separados, exclusivos, aislados y lejos del sitio de tránsito normal de los trabajadores.

ART. 2. Dentro de la sala de calderos no se permitirá la permanencia de personal ajeno al funcionamiento de los aparatos.

ART. 3. La limpieza de la sala deberá ser primordial para evitar percances cuando se realicen trabajos de inspección, mantenimiento y reparación en los calderos, tiene que estar libre de obstáculos, polvo y derrames de algún líquido combustible.

ART. 4. Los equipos de protección personal deben ser usados desde el instante en que el trabajador ingresa a la sala de calderos, estos deben ser elegidos de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 4, apartado 4.3.

ART. 5. La señalización de las instalaciones debe ser visible y clara para que el personal que labora dentro del recinto tome las precauciones necesarias al momento de usar EPP o cuando se origine una emergencia, de acuerdo al apartado 4.4 del Capítulo 4.

ART. 6. Las tuberías que transportan los fluidos dentro de la sala de calderos deben estar perfectamente señalizados, determinados por: la identificación del fluido, rótulos de identificación del fluido y dirección del flujo, según establece el Capítulo 4, apartado 4.5.

ART. 7. Todas las superficies cuya temperatura exceda de 80° C deberán estar convenientemente aisladas, especialmente en zonas donde esta temperatura pueda ser perjudicial.

ART. 8. Las distancias mínimas que debe cumplir una sala de calderos estarán de acuerdo con el apartado 4.8.1 del Capítulo 4, considerando que pueden ser mayores, para poder contener a los restantes equipos propios de la instalación.

ART. 9. La delimitación de las superficies de trabajo tiene que ver con la señalización de los desniveles que pueden provocar caídas o golpes, conforme con lo establecido en el Capítulo 4, apartado 4.8.2.

ART. 10. El tratamiento del agua de alimentación para el caldero debe seguir las indicaciones de los fabricantes o del personal calificado que se especializa en este tratamiento.

CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE GASES

ART. 11. Las chimeneas deben ser accesibles para su inspección y limpieza, deben estar completamente herméticas y se han de instalar de tal manera que no perjudique ni al manejo del caldero ni entorno de la sala.

ART. 12. Se instalará una caperuza para evitar que el agua de lluvia ingrese por la chimenea y llegue al caldero, o las partes de la estructura, evitando así posibles corrosiones y daños.

TANQUES DE COMBUSTIBLE

ART. 13. El área de almacenamiento de tanques de combustible debe estar seca, fresca, bien ventilada, libre de superficies calientes y fuentes de ignición.

ART. 14. El almacenamiento de combustibles se regirá al criterio de incompatibilidad de sustancias peligrosas.

ART. 15. Los tanques de combustible deberán estar provistos para su identificación de un rombo de seguridad para protección contra incendios.

ART. 16. Los combustibles empleados deben ser manejados correctamente para evitar riesgos de incendio, intoxicaciones, derrames, para lo cual se debe acudir a la hoja de manejo de químicos denominado MSDS.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ART. 17. Toda sala de calderos debe contar con dos extintores instalados uno, en la parte interior y otro, en la parte exterior del recinto, estos deben ser de fácil acceso para realizar el mantenimiento correspondiente.

ART. 18. Los extintores se dispondrán de forma tal que el extremo superior se encuentre a una altura no superior a 1,70 metros contados desde la base del extintor.

ART. 19. De acuerdo a las condiciones de una sala de calderos el extintor que debe ser instalado es de tipo polvo químico seco, el cual cumple con la demanda para prevención contra incendios.

ART. 20. Las defensas contra incendio de los elementos constructivos sean estos, pisos, paredes y techos estarán determinados por la resistencia y estabilidad al fuego, parámetros establecidos en el Capítulo 4, apartado 4.10.

PROTECCIÓN ELÉCTRICA

ART. 21. El interruptor de emergencia de corte de todo el sistema debe estar instalado en un lugar seguro y de fácil acceso, preferiblemente fuera de la sala de calderos.

ART. 22. Verificar que el interruptor general esté desconectado antes de hacer cualquier reparación. Mantener siempre cerrada las puertas de los paneles de control a menos que se haga algún trabajo en los controles eléctricos.

EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

ART. 23. La sala de calderos debe tener un vestíbulo en el acceso a la misma, el objetivo principal de tenerlo es que al estar en contacto con la sala se puede observar el funcionamiento de los calderos, además permite la evacuación de los locales sin que el incendio se transmita al resto del edificio.

ART. 24. Las salas de calderos tendrán, como mínimo, el número de entradas necesarias para que ningún punto de la sala diste más de 15 m. de algún acceso. Debe estar dotada de dos accesos independientes y de ser posible, uno desde el exterior.

ART. 25. Las puertas o dispositivos de cierre de las salidas de emergencia, se abrirán hacia el exterior y en ningún caso podrán ser corredizas o desenrollables.

ART. 26. Las salidas de emergencia tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros, debiendo estar siempre libres de obstáculos y debidamente señalizados.

5.7.3 CAPÍTULO II. HIGIENE INDUSTRIAL

ART. 27. La ventilación en este tipo de recintos debe ser apropiada para que el personal no se perturbe al momento de realizar una inspección de rutina, remitiéndose a las recomendaciones dadas en el apartado 4.12, del Capítulo 4.

ART. 28. La iluminación establecida para una sala de calderos será de 200 luxes como promedio; y para los tableros de control eléctricos deberán tener un nivel de iluminación de 500 luxes. La iluminación debe ser eficiente para transitar por las rutas de escape en caso de emergencia.

ART. 29. El ambiente de trabajo en una sala de calderos tiene que estar sujeto por el valor del índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH), establecido en la tabla 4.13 del Capítulo 4.

ART. 30. Los niveles sonoros permisibles en los puestos de trabajo de una sala de calderos serán medidos con filtro tipo "A", y estarán en conformidad con la tabla 5.2 siguiente:

NOTA: Los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 65 decibeles de ruido

Tabla 5.2 Niveles sonoros máximos según el tiempo de exposición diaria

Nivel Sonoro/ [dB] (A - lento)	Tiempo de exposición por jornada / hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

5.7.4 CAPÍTULO III. FUNCIONAMIENTO DEL CALDERO

INSTALACIÓN DEL CALDERO

ART. 31. La instalación de un caldero debe seguir las instrucciones técnicas del fabricante.

ART. 32. Los siguientes controles y aparatos de seguridad serán los mínimos que debe tener un caldero y son:

- Dos válvulas de seguridad
- Dos indicadores del nivel de agua
- Dos controles de bajo nivel de agua
- Dos controles de presión
- Un termómetro para los gases de escape
- Dos manómetros de presión de vapor
- Un manómetro de bomba de alimentación de agua
- Tres grifos de prueba para los niveles
- Aberturas de inspección, tanto en el lado del agua como en el lado del fuego

ART. 33. Para una instalación apropiada se debe contar con los planos que se detallan a continuación:

- Planos de instalación y situación de la sala de calderos, incluyendo las zonas colindantes con indicación de riesgos.
- Planos de conjunto de sala de calderos, con indicación de dimensiones generales y distancias del caldero a sus riesgos respectivos, así como características y espesores de los muros de protección.
- Esquemas generales de la instalación.

OPERACIÓN DEL CALDERO

ART. 34. Cuando el caldero va a ser puesto en marcha, se tiene que efectuar un barrido o ventilación del espacio total del lado fuego del mismo mediante una corriente de aire, con objeto de evacuar la totalidad de los gases combustibles que pudieran haber quedado en el circuito de humos.

ART. 35. Se evitará el operar el equipo en regímenes excesivamente bajo o alto, en el primero de los casos la combustión puede ser incompleta y en el segundo se puede dañar al caldero.

ART. 36. Debido a que la mayor parte de los calderos pirotubulares modernos utilizan combustibles líquidos, hay que examinar las boquillas y filtros de los quemadores. Además se tiene que comprobar el buen funcionamiento de las bombas de alimentación de combustible.

ART. 37. Si el caldero dispone de dispositivos de control de fallo de llama, estos deben ser probados antes del encendido.

ART. 38. Si el caldero se ha parado por largo tiempo, se tiene que mantener en fuego bajo, partiendo de la condición de frío, para que el agua entre en ebullición y se establezca un régimen de circulación adecuado en el caldero.

ART. 39. Durante la operación del caldero se tiene que verificar frecuentemente el buen funcionamiento de los manómetros del mismo, los cuales tienen que ser probados antes de la puesta en marcha.

ART. 40. Los manómetros deben instalarse lo más cerca posible del caldero, libres de vibraciones y con una tubería en forma de "U", sifón o dispositivo equivalente, que se llene de condensado frío, protegiéndolos así de las altas temperaturas del vapor.

ART. 41. Los manómetros deben estar bien iluminados y con sus superficies transparentes limpias. La cubierta de cristal ha de estar bien fija, reemplazándola inmediatamente si se rompe.

ART. 42. Las válvulas de seguridad deberán instalarse lo más cerca posible del caldero, independientemente de cualquier otra conexión de vapor.

ART. 43. La capacidad total de descarga de la válvula, o de las válvulas de seguridad instaladas, deberá ser siempre mayor que la capacidad máxima de producción de vapor del caldero.

ART. 44. Cuando se produzca un escape en una válvula de seguridad, se tiene que anotar la lectura del manómetro y si ésta no coincide con la presión de disparo de la válvula, se tiene que investigar la causa.

ART. 45. Se tiene que mantener limpias las conexiones y las válvulas entre el caldero, columna de agua e indicadores de nivel.

ART. 46. Si el caldero entra en operación, se tiene que purgar la columna de agua a diversos intervalos de presión, esto asegura que se sustituya el agua a baja temperatura en las tuberías y columnas, con agua caliente del caldero para obtener una lectura de indicación de nivel precisa.

ART. 47. Se debe verificar que no haya fugas en los indicadores de nivel, ni en sus conexiones, se debe mantener bien iluminadas y limpias las superficies transparentes de los mismos.

ART. 48. Los extremos de los tubos de descarga de las columnas de agua, llaves de prueba, etc. tienen que mantenerse abiertos y conectados a un punto seguro, de tal forma que el operario pueda oír y ver la purga.

ART. 49. Abrir y cerrar las válvulas de purga lenta y cuidadosamente. Al cerrar estas válvulas se comprobará que el cierre sea el correcto y que no tenga fuga.

ART. 50. Durante la operación de purga se estará observando el indicador de nivel del caldero.

ART. 51. La cantidad y frecuencia con que se efectúan las purgas depende del número de horas diarias de servicio del caldero, régimen de trabajo y calidad del agua utilizada. Se debe seguir en todo momento las recomendaciones del fabricante.

ART. 52. En general se debe preferir las purgas continuas, si estas fueran discontinuas, se debe realizar cuando la generación de vapor sea la más baja.

ART. 53. Si debido a la concentración de sales en el agua presentase problemas de espumas, debe reducirse el suministro de combustible y aire, y debe cerrarse la válvula de salida de vapor lo suficiente para determinar el verdadero nivel de agua en el cristal. Se verificará la concentración de sustancias químicas del agua del interior del caldero y de la alimentación, para comprobar si está contaminada. Si no se puede corregir la anomalía, se debe reducir la carga hasta que el nivel de agua sea relativamente estable o por último que el caldero quede fuera de servicio.

ART. 54. Cuando se comunique un caldero con otros que formen una línea de vapor con un cabezal común, se debe tomar las debidas precauciones, para evitar que en la tubería de comunicación se produzca golpe de ariete y gradiente de temperatura excesivo. Estas precauciones consistirán en calentar y drenar adecuadamente dicha tubería, así como el empleo adecuado de válvulas de desviación, by-pass, situadas alrededor del cabezal.

ART. 55. La purga de los dispositivos de nivel de cristal se efectuará teniendo en cuenta los siguientes puntos, ya que se puede producir la rotura de los cristales y la consiguiente proyección de agua y vapor a alta presión y temperatura:

- No someterlos a choque térmico.
- No abrir o cerrar violentamente las válvulas de purga, ya que se pueden producir roturas en los cristales o desplazamientos y choques de boyas, en el caso de interruptores de nivel.
- No someterlos a un flujo violento de descarga, de agua o vapor; el fluido fluiría rápidamente por el dispositivo lo que provocaría la destrucción de las boyas del interruptor de nivel.
- Durante las purgas de los indicadores de nivel de cristal, hay que colocarse detrás de protección ante el riesgo de posible ruptura.

ART. 56. Una regla general en la operación será el mantener el nivel correcto de agua en el caldero, para lo cual se deberá tener en cuenta que:

- Las fugas de vapor o de agua en la columna de agua o en sus conexiones, provocan que la columna muestre un nivel falso.
- Se deberán mantener abiertos y libres de obstáculos los extremos de las salidas de las tuberías de drenaje de la columna de agua, indicadores y válvula de purga.

MANTENIMIENTO DEL CALDERO

ART. 57. Todo caldero en servicio deberá ser objeto de una inspección anual realizada por un Ingeniero Inspector Autorizado. Es obligatorio anotar en la hoja de registro todo lo relacionado con las inspecciones, según modelo FSCS-9.

ART. 58. La inspección anual constará de una inspección ocular externa, una prueba hidrostática y una inspección interior de las partes del caldero.

ART. 59. Para realizar un mantenimiento sin riesgos se deben seguir las recomendaciones necesarias del fabricante para evitar accidentes en la manipulación de estos equipos.

ART. 60. Cerciorarse antes de entrar en el caldero de que se ha enfriado suficientemente.

ART. 61. No penetrar en el interior de un caldero sin antes haber efectuado una ventilación adecuada y haber realizado un análisis de la atmósfera de su interior. Hay que tener en cuenta la posible presencia de gases peligrosos y vapores de combustibles.

ART. 62. Todo trabajo en que sea necesario el acceso al interior de un caldero, el operario debe estar unido al exterior mediante un arnés y cable extractor que facilite ser sacado rápidamente, especialmente en calderos piro-tubulares verticales. Así mismo se deberá situar en el exterior otro operario con instrucciones concisas y debe estar suficientemente entrenado para que actúe en caso de emergencia, empleando equipos autónomos de respiración cuando así se requiera.

ART. 63. Durante la penetración en los hogares, se pueden desprender trozos de cenizas u otros materiales, incluso trozos del material del caldero como tubos. Por lo tanto hay que asegurarse sobre dicho riesgo, bien por limpieza de la zona o por protección adecuada.

ART. 64. Antes de entrar en el caldero, retirar los pulverizadores de los combustibles líquidos.

ART. 65. La energía necesaria para la operación de herramientas y limpiadores debe estar generada fuera del caldero. Si dichas herramientas están accionadas por agua, aire comprimido o vapor de agua, se operará a la mínima presión necesaria para realizar el trabajo. Hay que tener en cuenta los efectos que el soplado de vapor o aire comprimido pueda tener sobre las personas que trabajen en el interior del caldero, entre los cuales está el ruido que puede ocasionar la salida de dichos elementos y frente al cual deberán tener las protecciones adecuadas.

ART. 66. Nombrar a un responsable de mantenimiento encargado de llevar el control de las operaciones, así como personas con conocimientos y experiencia adecuada en la realización de las tareas encomendadas.

ART. 67. Establecer un plan periódico de mantenimiento de acuerdo con las recomendaciones efectuadas por el fabricante del equipo y se emplearán los repuestos originales, así mismo recomendados.

5.7.5 CAPÍTULO IV. OBLIGACIONES, PROHIBICIONES Y SANCIONES

OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR

ART. 68. Contar con el personal capacitado para la operación y mantenimiento de los calderos.

ART. 69. Garantizar la capacitación periódica a los trabajadores para la correcta operación y mantenimiento de los calderos.

ART. 70. Elaborar y establecer por escrito un Manual de Seguridad e Higiene para la operación y mantenimiento de los calderos, sus accesorios y dispositivos.

ART. 71. Garantizar la integridad física de los trabajadores mediante el aislamiento, protección e identificación de aquellas partes del caldero que se encuentren a temperaturas extremas en las áreas de tránsito.

ART. 72. Proporcionar a los trabajadores las herramientas adecuadas para el buen uso, conservación, operación y mantenimiento de los calderos.

ART. 73. Mantener supervisión constante de las actividades relacionadas con el uso, operación y mantenimiento de los calderos.

ART. 74. Dar la debida formación a los trabajadores en materia preventiva acerca de los riesgos que ocasionan la incorrecta operatividad de los calderos.

ART. 75. Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los correspondientes equipos de protección personal, darles mantenimiento, reparación adecuada y sustituirlos cuando el caso lo amerite.

ART. 76. Suspender de inmediato aquellos calderos que impliquen un riesgo laboral grave e inmediato su funcionamiento y darle su correspondiente mantenimiento.

OBLIGACIONES DEL OPERADOR

ART. 77. Cumplir las órdenes e instrucciones dadas para la correcta operación y mantenimiento de los calderos, a fin de garantizar su propia seguridad y salud, la de sus compañeros de labores y de terceras personas que se encontrasen en el entorno de trabajo.

ART. 78. Es de carácter obligatorio utilizar correctamente y cuidar adecuadamente los medios y equipos de protección personal facilitados por el empleador.

ART. 79. Informar inmediatamente a su jefe inmediato de cualquier situación que a su juicio pueda entrañar un peligro grave e inminente para la seguridad y salud.

ART. 80. Participar en los cursos de capacitación y adiestramiento para el correcto funcionamiento y mantenimiento de los calderos.

ART. 81. Operar los calderos de conformidad con lo establecido en los manuales correspondientes proporcionados por el empleador.

PROHIBICIONES PARA EL EMPLEADOR

ART. 82. Obligar a sus trabajadores a laborar en ambientes desfavorables por efecto de polvo, gases o sustancias tóxicas.

ART. 83. Permitir a los trabajadores que realicen sus actividades en estado de embriaguez o bajo la acción de cualquier droga.

ART. 84. Permitir que el trabajador realice sus labores sin el uso de la ropa y equipos de protección personal.

PROHIBICIONES DEL OPERADOR

ART. 85. Efectuar trabajos sin la capacitación previa para la labor que vayan a realizar.

ART. 86. Ingresar al trabajo en estado de embriaguez o habiendo ingerido cualquier droga.

ART. 87. Fumar o prender fuego en lugares señalados como peligrosos para no causar incendios, explosiones o daños en las instalaciones del Hospital.

ART. 88. Distraer la atención en sus labores, con juegos, riñas, discusiones, que puedan ocasionar accidentes.

ART. 89. Alterar, cambiar, reparar o accionar máquinas, instalaciones o sistemas, sin conocimientos técnicos o sin previa autorización de algún superior.

SANCIONES

ART. 90. El incumplimiento de las disposiciones contenidas en este Reglamento, serán sancionados de acuerdo a lo establecido en el Art. 425, "Orden de paralización de máquinas", del Código del Trabajo.

CAPÍTULO 6

SISTEMA DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

6.1 INTRODUCCIÓN

La sala de calderos de SOLCA no cuenta con un sistema de evacuación ante un posible siniestro, que sirva tanto para los trabajadores que realizan las inspecciones y reparaciones en los equipos e instalaciones del cuarto, como las personas que laboran en las oficinas de mantenimiento, sector aledaño a la sala.

6.2 OBJETIVO

Determinar los lineamientos básicos para la elaboración de un sistema a la hora de evacuar las instalaciones, en caso de una posible emergencia, disponiendo de los medios técnicos y humanos necesarios.

6.3 EVACUACIÓN

Una evacuación es un conjunto de acciones, mediante las cuales se pretende proteger la vida y la integridad de los trabajadores que se encuentren en una situación de peligro, llevándolas a un lugar de menor riesgo.

6.3.1 VÍA DE EVACUACIÓN

Una vía de evacuación es el recorrido horizontal o vertical que, a través de las zonas comunes de la edificación, debe seguirse desde la puerta de cada local hasta la salida a la vía pública o a espacio abierto y comunicado directamente con vía pública. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ NTP 46: Evacuación de Edificios, Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales de España.

6.4 SISTEMA DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

Un sistema de evacuación y emergencia compete cuatro puntos fundamentales, los cuales son:

- Evaluación de Riesgos
- Medios de Protección
- Plan de Emergencia
- Plan de Evacuación

6.5 EVALUACIÓN DE RIESGOS

6.5.1 SITUACIÓN Y UBICACIÓN

El edificio está construido por un solo piso, el cual posee dos marcados sectores. Uno, exclusivamente ubicado para albergar toda la maquinaria de generación eléctrica y la sala de calderos; y un segundo, para las oficinas de mantenimiento. El edificio tiene una altura de 4.6 metros ocupando una superficie aproximada de 580 m², ver PLANO PSCS-3.

6.5.2 ACCESOS

6.5.2.1 Acceso al edificio

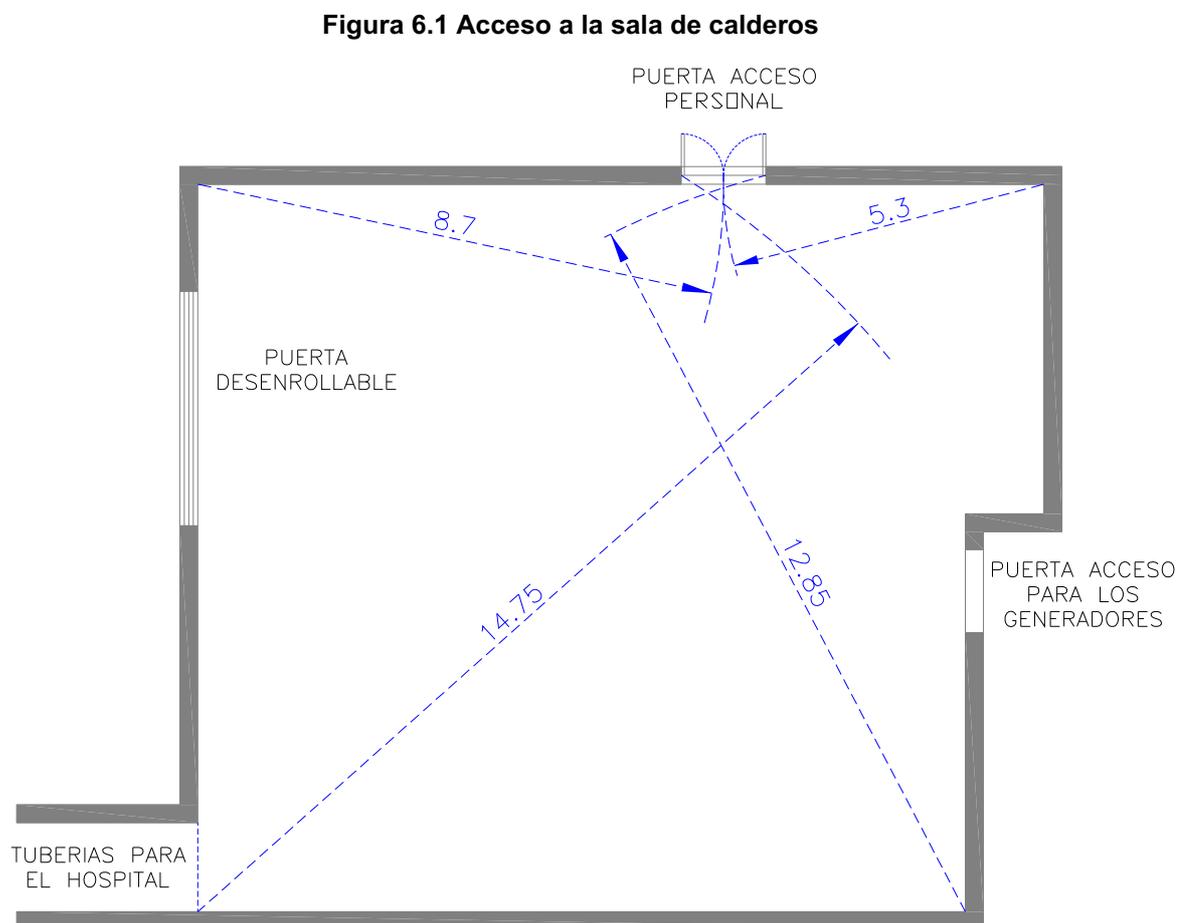
El acceso al edificio desde el exterior se realiza a través de una puerta metálica, de doble hoja, pero se halla abierta únicamente una hoja, debido que, el otro lado se encuentra bloqueado. Esta puerta da al pasillo para entrada principal que conecta con las oficinas y gradas hacia la sala de calderos, ver PLANO PSCS-3.

Además existe una puerta desenrollable que da paso hacia la parte exterior, pero no puede ser usada en caso de emergencia como salida alternativa, por el riesgo que ésta entraña al ser un “cuello de botella”.

Las puertas de las distintas dependencias interiores son igualmente metálicas, exceptuando el acceso a la oficina de mantenimiento, que es de vidrio, con perfil de aluminio.

6.5.2.2 Acceso a la sala de calderos

En la figura 6.1, se muestra la sala de calderos con su única puerta de acceso. Igualmente, ésta es metálica, de doble hoja y se encuentra bloqueada en un extremo. Las distancias desde los puntos mas alejados de la sala hasta su acceso se aprecian de igual manera en la figura.



Nota: Las dimensiones están en [m.]

Según la norma UNE 100.020, “Climatización en la sala de máquinas”, los accesos tendrán, como mínimo, el número de entradas necesarias para que ningún punto de la sala diste más de 15 m. de algún acceso.

Cuando el acceso sea desde el interior del edificio se efectuará a través de un vestíbulo, este vestíbulo no será necesario si el acceso se realiza desde el exterior del edificio.

Las salas de calderos deben disponer siempre que sea posible de al menos, una salida directa y lo más corta posible hacia un área abierta.

6.5.2.3 Recomendaciones

- Ningún punto de la sala dista más de 15 m. del acceso (Ver figura 6.1), por lo que la ubicación de la puerta se halla bien distribuida en la planta.
- La sala sólo tiene un acceso, lo recomendable sería ubicar dos accesos que deben ser independientes. Uno, obligatoriamente debe tener salida directa hacia el exterior, por ende se debe considerar como una salida adicional a la sala de calderos, la que da entrada a la sala de generadores.
- La sala no cuenta con un vestíbulo, está debería estar ubicada junto al acceso que proviene desde el interior del edificio.

6.5.3 INSTALACIONES

El edificio independiente tiene las siguientes instalaciones distribuidas (Ver PLANO PSCS-3):

- Oficinas de Mantenimiento
- Salas de Archivo de planos y catálogos
- Bodegas de implementos de aseo y limpieza y EPP
- Baños para el personal
- Grupo de Rescate y Auxilio SOLCA
- Sala de calderos
- Sala de Transformación y Generación Eléctrica

6.5.4 PUNTOS CRÍTICOS

De los riesgos potenciales a los que se halla sujeto la sala cabe destacar como fundamental el de incendio y explosión, desestimando el resto (inundación, sismo, bomba, etc.) dado su improbable acontecer.

Respecto a los riesgos de incendio y explosión, los lugares a los que se habría de prestar especial atención son:

- Sala de calderos
- Tanques de Almacenamiento de diesel y GLP
- Sala de Transformadores y Generadores

6.6 MEDIOS DE PROTECCIÓN

Los medios de protección son los que se utilizan en caso de emergencia o evacuación, para evitar percances mayores. Un sistema de evacuación establece medios necesarios o disponibles para la protección, como son:

- Medios Técnicos
- Medios Humanos

6.6.1 MEDIOS TÉCNICOS

Mediante el análisis de los medios técnicos se deducirán el déficit de ellos y las ampliaciones o mejoras que se pueden hacer en el Hospital. Los principales medios técnicos son los siguientes:

- Medios de extinción contra incendios
- Sistema de aviso y alarma
- Sistema de alumbrado de emergencia
- Equipo y material de primeros auxilios

6.6.1.1 Medios de extinción contra incendios

El edificio dispone de tres extintores de tipo polvo químico seco con capacidad de 10 lbs., distribuidos y ubicados de la siguiente manera (Ver PLANO PSCS-3):

Tabla 6.1 Distribución de extintores en el edificio de la sala de calderos

UBICACIÓN	CANTIDAD	PLANO
Entrada a la sala de calderos	1	PSCS-3
Interior de la sala de calderos	1	
Exterior del edificio	1	
TOTAL EXTINTORES	3	

6.6.1.2 Sistema de aviso y alarma

El principal sistema de aviso y alarma que tiene el Hospital es el sistema de megafonía generado en su central telefónica, el cual se halla interconectado con todas las dependencias entre las que se incluye el área de mantenimiento.

Además se cuenta con un sistema pulsador de alarma. Los pulsadores son un total de cuatro, situados en los pasillos y en las afueras del edificio (Ver PLANO PSCS-3). De igual forma, dispone de un sistema de intercomunicación telefónica, instalado en su central telefónica.

6.6.1.3 Sistema de alumbrado de emergencia

El edificio no cuenta con ningún tipo de alumbrado de emergencia, tanto para las vías de evacuación, como para señalización.

6.6.1.4 Equipo y material de primeros auxilios

Existe de Grupo de Rescate y Auxilio pero prácticamente sin funcionamiento. Además no se cuenta con botiquines de primera asistencia.

6.6.2 MEDIOS HUMANOS

El recurso humano especifica el número de personal que participa en el plan. En la tabla 6.2 se muestra el número de trabajadores que laboran en el recinto.

Tabla 6.2 Número de trabajadores que laboran en el edificio de la sala de calderos

OCUPACIÓN	CANTIDAD
Jefe de Mantenimiento	1
Administradora	1
Asistente	1
Secretaria	1
Técnico	6
Total Ocupantes	10

6.7 PLAN DE EMERGENCIA

El plan de emergencia para el edificio de la sala de calderos se rige al sistema de manejo de emergencia del Hospital, el cual se detalla a continuación:

6.7.1 SISTEMA DE MANEJO DE EMERGENCIAS EN SOLCA

Este sistema está conformado por personal tanto de Ejecutivos (Nivel Administrativo) como Operativos (médicos residentes, enfermeras y trabajadores). El Sistema de Manejo de Emergencias (S.M.E) en conjunto está compuesto de la siguiente manera:

- 1.- Centro de Control
- 2.- Coordinador General
- 3.- Comité Coordinador
- 4.- Jefes de Brigadas
- 5.- Personal capacitado

- **CENTRO DE CONTROL**

Es una oficina que está ubicada en la entrada principal del Hospital debido a su fácil acceso, cercanía y facilidades para el manejo de la emergencia, como son: líneas telefónicas, planos arquitectónicos del Hospital, etc.

- **COORDINADOR GENERAL**

Esta posición la ocupa un funcionario del Hospital designado por la Presidencia Ejecutiva. Realiza acciones de contención y rescate, contacta la correspondiente ayuda externa, y realiza contrataciones emergentes de acuerdo al caso que permitan el buen desarrollo del plan.

- **COMITÉ COORDINADOR**

Este comité está integrado por los Directivos y Jefes de áreas del Hospital quienes ayudarán a tomar decisiones, coordinar acciones, delegar responsabilidades y apoyar en el manejo al Coordinador General.

- **JEFES DE BRIGADAS**

Están organizados bajo el control del Coordinador General, designados voluntariamente de entre todo el personal operativo del Hospital. Deberán tener conocimiento de la situación para tomar decisiones, coordinar acciones y delegar responsabilidades. Además deberá tener sólidos conocimientos del trabajo designado a su brigada, existen tres Jefes de Brigadas los cuales cumplen las siguientes funciones:

- *Jefe de Brigada de primeros auxilios*

Se encarga de brindar primeros auxilios a personas con lesiones graves y mantener signos vitales en los casos que se puedan, hasta que llegue ayuda o se logre organizar la zona de emergencias.

➤ *Jefe de Brigada de contención de emergencias*

Se encarga de evitar junto a un equipo de personas capacitadas para el efecto, que la emergencia una vez presentada, no se propague, defendiendo vidas humanas, infraestructura, equipos e instalaciones.

➤ *Jefe de Brigada de evacuación y rescate*

Se encarga de realizar rescates si así lo amerite y coordinar la evacuación por las rutas y salidas previamente establecidas.

6.7.2 ACTIVACIÓN DE LA EMERGENCIA

En el Sistema de Manejo de Emergencias del Hospital, se ha incorporado y aceptado un criterio universal, como protocolo para clasificar las posibles contingencias que se puede afrontar.

Existen cuatro niveles de emergencias, sin incluir lógicamente la condición normal de funcionamiento del Hospital. Se determinan por magnitud de emergencia, y su abreviatura se da de la siguiente manera:

CONEM = CONDICIÓN de EMERGENCIA

Para activar el Sistema de Manejo de Emergencias se ha preparado una Cadena de Llamadas la cual servirá como guía para preparar una respuesta rápida y efectiva contra la emergencia.

La tabla 6.3 muestra un resumen sobre la activación de una emergencia en el Hospital, en el que se indica los niveles de alerta, el significado de cada uno de ellos y el personal que participa en dicho proceso.

Tabla 6.3 Niveles de alerta en el Hospital de SOLCA

ALERTA	SIGNIFICADO	INTEGRANTES
CONEM 0	Hospital en funcionamiento normal, no existe situación de peligro.	Preparación del personal (simulacros).
CONEM 1	La recepción recibe la información que indica posible riesgo. El jefe de guardia (médico residente de turno) es informado de la emergencia, toma el mando y procede a alertar al primer bloque de la cadena de llamadas.	Recepcionista, Jefe de Guardia y Personal de Mantenimiento.
CONEM 2	El Coordinador General toma el mando y procede a alertar al Comité Coordinador y a los Jefes de Brigada.	Coordinador General, Comité Coordinador y Jefes de Brigadas.
CONEM 3	El riesgo está visible. Se alerta a todas las áreas y se conforma Brigadas para enfrentar la Emergencia.	Coordinador General, Jefe de Mantenimiento, Jefe de Brigadas. Todos estos organizan al personal y reciben a los organismos de socorro de la ciudad.
CONEM 4	Emergencia declarada. Autoridades activan el Sistema de Manejo de Emergencias (S.M.E).	Presidente Ejecutivo y todo su staff.

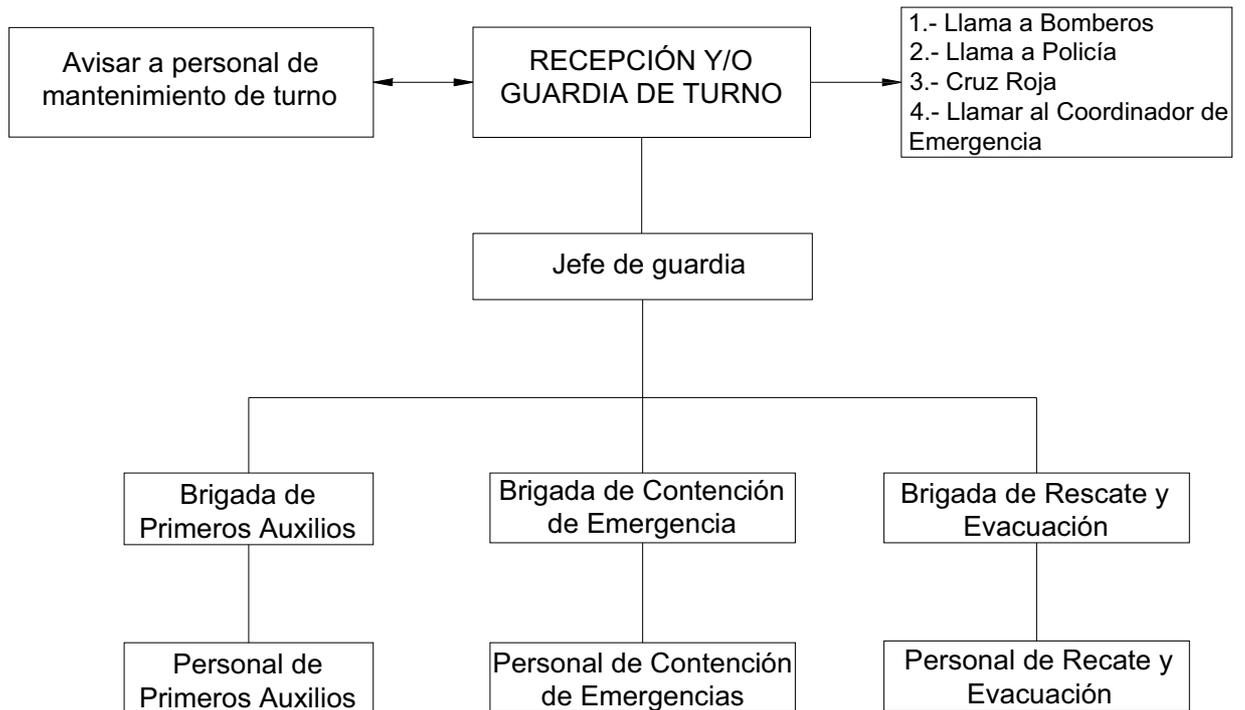
Fuente: Plan de Contingencia y Sistema de Manejo de Emergencia en SOLCA

6.7.2.1 Cadena de llamadas

Para informar de una contingencia o posible riesgo de una emergencia, es necesario que se siga la cadena de llamadas. Si la emergencia es inminente, se procede a sonar la alarma y ubicar al personal en la zona de reagrupación más lejana de la emergencia y activar el Sistema de Manejo de Emergencia mediante esta cadena.

La figura 6.2 muestra un esquema de cómo se produce la cadena de llamadas en caso de emergencia en SOLCA, considerando desde que la recepción recibe una información de posible riesgo hasta la actuación del personal capacitado.

Figura 6.2 Cadena de llamadas en caso de emergencia en SOLCA



Fuente: Plan de Contingencia y Sistema de Manejo de Emergencia en SOLCA

6.7.3 PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN ANTE UN INCENDIO EN LA SALA DE CALDEROS

- El responsable de activar la emergencia es la recepción y/o Guardia de turno.
- Se produce la alerta general: llamar a la policía y/o bomberos. Mantenimiento verificará donde se activó la alarma y comunicará de inmediato la novedad encontrada a recepción.
- Se notificará al Coordinador General y al Jefe de Guardia.
- Se proporcionará los datos precisos sobre el incendio (origen o causa, ubicación, características de la zona afectada).
- Si el incendio es de poca magnitud y si se sabe usar el extintor, intentar apagarlo.

- Si es posible, cerrar las válvulas de GLP y bajar las palancas seccionadoras de los transformadores.
- Cerrar la llave de alimentación al distribuidor de vapor.
- Si la situación amerita el Coordinador General de Emergencias notificará al Presidente Ejecutivo y a los jefes departamentales.
- Se dispondrá que el personal capacitado de Jefes de Brigada suspenda las actividades normales y se agrupen para dar el apoyo inmediato.
- El Coordinador General mantendrá comunicación directa con el Centro de Control para coordinar acciones y apoyo adicional de personal y equipo de bomberos y policía, etc.
- El Coordinador General dispondrá que el personal que no participa se mantenga en stand by para futuras acciones.
- El Coordinador General recopilará información para efectos de una futura investigación.
- El Jefe de Seguridad coordinará con las autoridades y/o organismos de emergencias para la reanudación de actividades operacionales en las instalaciones afectadas.

6.8 PLAN DE EVACUACIÓN

Las bases fundamentales para realizar un plan de evacuación son las siguientes:

- Salidas de Evacuación
- Sistema de Detección y Alarma
- Señales de Evacuación
- Punto de reunión exterior

6.8.1 SALIDAS DE EVACUACIÓN

El sistema de evacuación del edificio dispone de una salida, la cual es utilizada tanto para el acceso como salida de emergencia, esta puerta tiene un ancho libre de 1,4 m. La puerta para salida de la sala de calderos igualmente tiene un ancho total de 1,4 m.

6.8.1.1 Recomendaciones ⁽²⁾

- El ancho mínimo de las puertas exteriores debe ser de 1,2m., cuyo acceso debe ser visible o debidamente señalizado, ver PLANO PSCS-3.
- Las puertas de salida de emergencia para una posible evacuación no deben ser corredizas ni desenrollables y deben abrirse hacia el exterior.
- Las puertas deben ser metálicas, macizas. Para su abertura ha de bastar empujarla levemente.
- Debido a las condiciones de las puertas para salida del edificio y para la sala de calderos, las cuales se hallan bloqueadas, es necesario repararlas inmediatamente.

⁽²⁾ Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Decreto Ejecutivo No. 2393

6.8.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA

La sala de calderos de SOLCA no cuenta con ningún tipo de detector automático. En el capítulo 7 apartado 7.7 se va efectuar un análisis detallado de este tema.

6.8.3 SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN

Las señales a utilizar cumplen con lo establecido en la norma INEN 439, en el apartado sobre señales de seguridad (Ver Anexo 3).

De acuerdo a las condiciones del edificio se ha convenido instalar cinco (5) señales de seguridad las cuales se especifican en el Capítulo 4, tabla 4.3. Su ubicación se observa en el PLANO PSCS-3.

6.8.4 PUNTO DE REUNIÓN

El punto de reunión es un lugar exterior, alejado suficientemente del edificio evacuado y con extensión adecuada para acoger a todo el personal a evacuar.

El punto de reunión al que deben presentarse todos los trabajadores una vez evacuado el edificio es el sector de las canchas de fútbol, zona sin problemas de tráfico y en el que el personal puede sentirse seguro al estar alejado del foco del siniestro, ver Nota A, PLANO PSCS-3.

6.8.4.1 Recomendaciones

Debido que, la vía de evacuación es colindante con la sala de calderos, un posible incendio en éste puede imposibilitar la salida hacia el exterior, por lo que es aconsejable ubicar una puerta adicional que evite el paso por este punto crítico, ver Nota B, PLANO PSCS-3.

6.9 EVACUACIÓN DEL EDIFICIO

Se incluyen algunas consignas que deben seguirse en un plan de evacuación:

- Se conservará la calma evitando el pánico, salir sin correr ni gritar, no entrar nunca en las zonas afectadas.
- La vía de evacuación debe permanecer en todo momento libre de obstáculos. Además debe tratar de desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.
- En caso de avería de iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con alumbrado de emergencia de suficiente intensidad.
- Los trabajadores que se encuentren en cada local cerrarán ventanas y puertas, además se evitarán corrientes de aire.
- Se verificará que no quede nadie en ninguna de las dependencias del edificio.
- Nadie se rezagará o regresará para recoger objetos personales.
- Todo el personal se dirigirá al Punto de Reunión preestablecido y permanecerá en él mientras se hace el recuento.

6.10 REVISIÓN DE EXTINTORES

La revisión de extintores incluye procedimientos de inspección, mantenimiento, y forma de utilizar un extintor portátil, especialmente los de polvo químico seco, que son los utilizados en el Hospital.

6.10.1 INSPECCIÓN DE EXTINTORES

- Los extintores deben ser inspeccionados mensualmente o con la frecuencia necesaria cuando las circunstancias lo requieran.
- El extintor debe estar en su lugar designado.
- El acceso o la visibilidad al extintor no deben ser obstruidos.
- Cualquiera de las etiquetas indicadoras que estén rotas o que falten debe ser reemplazada.
- El extintor debe tener colocado el correspondiente precinto y pasador de seguridad, que no falte ni esté roto.
- Cualquier evidencia de daño físico, corrosión, escape, u obstrucción de mangueras deber ser reparada.
- Verificar la presión del equipo observando el manómetro del extintor ubicado en la válvula de descarga.
- El personal encargado de la inspección debe conservar los registros de aquellos extintores que requieran acciones correctivas.

6.10.2 MANTENIMIENTO DE EXTINTORES

- Los extintores deben estar sujetos a mantenimiento anual o cuando sea indicado específicamente por una inspección.
- Los procedimientos de mantenimiento deben incluir un examen minucioso de los tres elementos básicos de un extintor: Partes mecánicas, agente extintor y medios expelentes.

- Cada extintor debe tener una etiqueta o rótulo seguramente adherida y que indique el mes y año en que se ejecutó el mantenimiento y debe identificar la persona o empresa que realizó el servicio. La misma etiqueta o rótulo debe indicar la fecha de realización de la prueba de presión hidrostática. Un formato para reporte de mantenimiento de extintores se aprecia en FSCS-10.

6.10.3 FORMA DE UTILIZACIÓN DE UN EXTINTOR PORTATIL

- Descolgar el extintor asiéndolo por la palanca fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical. Al ser el extintor de polvo químico seco se debe voltear para eliminar el posible grumo del agente extintor y facilitar su salida.
- Quitar el pasador de seguridad halando de su anillo.
- Apuntar al fuego dejando como mínimo de 2,5 m de distancia hasta él. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento.
- Presionar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.
- Dirigir la descarga de un lado a otro hacia la base de las llamas.

En la figura 6.3 se muestra gráficamente los pasos a seguir para utilizar un extintor portátil.

Figura 6.3 Forma de utilización de un extintor portátil



Fuente: Forma correcta de utilizar un extintor contra incendios (www.humed.com)

6.11 RECOMENDACIONES SI UNA PERSONA SE ENCUENTRA ATRAPADA EN UN INCENDIO

- Si la vía de evacuación se encuentra obstaculizada por el humo del incendio intentar localizar una salida alternativa.
- No atravesar una cortina de humo si no se tiene la certeza de que puede alcanzar la salida.
- Si el humo ha bloqueado la salida del local, cerrar la puerta, buscar una ventana y hacerse ver, o intentar localizar un teléfono o usar el celular, y facilitar su localización exacta.

- Si el humo avanza y comienza a inundar la habitación, taponar todas las rendijas por donde esté penetrando, usar su propia ropa, si se puede que esté mojada, y pedir auxilio.
- Si el humo sorprende avanzar gateando y respirando a través de un pañuelo o prenda de tela húmeda, hacia la salida.

6.12 RECOMENDACIONES SI UNA PERSONA ESTÁ ENVUELTA EN LLAMAS

En toda instalación industrial en caso de que alguna persona se encuentre envuelta en llamas se deben seguir los siguientes pasos:

- MANTENER LA CALMA
- NO CORRER, TIRARSE AL SUELO
- RODAR SOBRE SÍ MISMO

6.13 REPORTE DE INCENDIO

El documento comprendido en este apartado tiene por objeto informar en forma oportuna y adecuada, la ocurrencia de incendios a las dependencias responsables del siniestro, con el fin de coordinar acciones de apoyo o efectuar, los respectivos reclamos. En el formato FSCS-11 se muestra un modelo para reporte de incendio.

CAPÍTULO 7

DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”

La sala de calderos de SOLCA actualmente no cuenta con un sistema de protección contra incendios, por lo cual en este capítulo se realiza el diseño de dicho sistema, constituyendo el paso inicial para una futura implementación.

Este capítulo incluye el diseño de una instalación fija contra incendios para la sala de calderos de SOLCA, además se establece los parámetros generales para la instalación de un sistema de detección y alarma, y finalmente, se concluye con un análisis general de los costos que estos proyectos conllevan. Adjunto a esto se detalla el plano de diseño del sistema contra incendios, ver PLANO PSCS-4.

7.1 INTRODUCCIÓN

La metodología para el diseño del sistema fijo de protección contra incendios sigue las prescripciones de las normas NFPA 10,11,13,15,16 y 20, las cuales sirven de fundamento para establecer los criterios generales de diseño y los cálculos de todos los elementos del sistema.

Los cálculos cubrirán el dimensionamiento de tuberías, selección de la bomba principal y jockey con respecto al análisis hidráulico, y la selección del sistema dosificador de espuma, en el que se incluye la instalación fija a instalar, el tipo de concentrado y el proporcionador de espuma.

Las consideraciones generales para el diseño del sistema de detección y alarma se basarán en los preceptos de la norma NFPA 72. Es importante señalar que los cálculos se realizarán en unidades del Sistema Inglés, por ser en el que se basan las normas de prevención contra incendios (NFPA).

7.2 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

La sala de calderos de SOLCA maneja como combustibles diesel y gas licuado de petróleo, el cual es utilizado en los calderos y en los motores para generación eléctrica. El diesel se bombea por el interior de tuberías y accesorios diseñados para alta presión, tornándose casi imposible una fuga del líquido inflamable mientras se transportan hacia las instalaciones.

Un riesgo de incendio más bien se puede presentar en las áreas de almacenamiento del diesel y GLP, es decir en los tanques, y en todos los sistemas que trabajan con ambos combustibles. Un incendio en estos sectores puede producirse debido a: la existencia de fuentes de calor externas como chispas, superficies calientes, llamas, etc.; existencia de corrientes electrostáticas, acumulación de vapores que con el aire pueden provocar mezclas peligrosas, daños en las válvulas reguladoras de los tanques o en los quemadores, y en su defecto, negligencia del operador en el manejo y almacenamiento de ambas sustancias.

Por consiguiente, para el presente diseño, es concluyente proteger todos los tanques de almacenamiento de ambas sustancias, de igual forma los principales sistemas que manejan los combustibles, como son los quemadores y las bombas de suministro, excluyendo todas las líneas de abastecimiento y retorno, por las razones antes mencionadas.

Así mismo, hay que considerar que, las cantidades de combustible que se maneja son moderadas (el tanque diario de diesel, de mayor capacidad tienen una altura no mayor que 2 metros).

De acuerdo con esto, la norma NFPA 13 en su literal 2-1.2.1 (Anexo 9), clasifica la actividad como RIESGO ORDINARIO GRUPO 1 en el que literalmente dice: "Ocupaciones o parte de algunas ocupaciones donde la utilización de combustible sea baja, la cantidad sea moderada, las reservas de combustibles no exceden de 8 pies (2,4 m), y cuando los fuegos liberen cantidades moderadas de calor".

7.3 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE DISEÑO

Para el cálculo sobre la pérdida de presión en toda la línea del sistema de rociadores, se usa el método de “Cálculo Hidráulico”. Adicional a este, se usará la técnica “Área/densidad”, que permite obtener la densidad de la mezcla de acuerdo al tipo de riesgo que tenga la actividad y al área de cobertura de los rociadores.

7.4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

- **Componentes de un sistema de rociadores automáticos**

De acuerdo al apartado 1-4.4 de la NFPA 13 (Anexo 9) se establece los componentes de un sistema de rociadores automáticos, en los que se considera:

- Líneas de ramales (Branch lines): Son las tuberías en que los rociadores se hallan instalados, directamente o a través de neplos ascendentes.
- Líneas de distribución (Cross mains): Son las tuberías que alimentan a cada ramal, directamente o a través de neplos ascendentes.
- Línea de distribución principal (Feed mains): Es la tubería que abastece a las tuberías de distribución, directamente o a través de neplos ascendentes.
- Neplos ascendentes (Risers): Son pequeños tubos verticales en los que se acopla el rociador y sirve para suministro del mismo.
- Línea ascendente del sistema (System riser): Es la tubería para suministro vertical u horizontal sobre la superficie del suelo; ubicada entre la línea de suministro de agua y la tubería de distribución, que contiene una válvula de control y un dispositivo de alarma de flujo de agua.

- **Características de temperatura en un rociador**

Los rangos de detección de temperatura para rociadores automáticos son mostrados en la tabla 3-2.5.1, de la norma NFPA 13 (Anexo 9), en los que se observa que para temperatura “Ordinaria” el rango es de 135° F hasta 170° F. Además, los rociadores tendrán su armazón pintado de acuerdo con un código de color designado de igual forma en la tabla 3-2.5.1.

- **Disponibilidad de rociadores de repuesto**

De acuerdo al literal 3-2.9.1 (Anexo 9), deben existir por lo menos 6 unidades de rociadores como repuestos en la instalación, ya que si se produce algún daño debido a su operación, puedan ser remplazados inmediatamente. Los rociadores se guardarán en una cabina localizada donde la temperatura a los que están sujetas no exceda de 100° F (38° C).

- **Distancias mínimas de los rociadores**

La norma NFPA 13, en su sección 5-6.4.1.1 (Anexo 9) establece que, bajo una instalación sin obstrucciones, la distancia entre el deflector del rociador y el techo será un mínimo de 1 pulgada y un máximo de 12 pulgadas. A seguir, se establecen unas reglas adicionales:

- La distancia mínima entre rociadores será no menos que 6 pies (1,8 m) entre centros.
- Los rociadores serán localizados a un mínimo de 4 pulgadas de la pared.
- El área de cobertura de un rociador será no mayor a 100 pies², no debe exceder de 12 pies (3,7m) el espacio entre rociadores de un mismo ramal o entre ramales.

- **Tipos de sistemas de rociadores automáticos**

Existen algunos tipos de sistemas de rociadores automáticos en los que se considera: Tubería mojada (Wet pipe system), Tubería seca (Dry pipe system), Sistema de diluvio (Deluge system), Sistema de preacción (Preaction system). Ya que, la instalación no va a funcionar a bajas temperaturas, que puedan provocar un congelamiento del agua que fluye por los tubos, es conveniente instalar un Sistema de Tubería mojada. Este sistema emplea rociadores automáticos ligados a un sistema de tubería que está llena de agua en todo momento y conectada a un suministro; una vez que es detectado el calor que se desprende del fuego, el agua se descarga inmediatamente por los rociadores. Una disposición esquemática de un sistema de tubería mojada con sus componentes se puede ver en el apéndice A-5-14.1.1 (Anexo 9).

- **Tuberías**

El diseño de la instalación va a considerar tuberías que se transporten sobre la superficie del suelo; en su apartado 3-3.3 (Anexo 9) refiriéndose a este tema prescribe literalmente lo siguiente: “Cuando la tubería de acero es acoplado por dispositivos roscados o por uniones tipo ranura, el espesor mínimo de la tubería debe ser de cédula 30 (para tamaños de 8 pulgadas o más) o tubería de cédula 40 (tamaños menores a 8 pulgadas) para presiones hasta de 300 Psi”.

- **Válvulas**

Un sistema de rociadores automáticos contiene principalmente: válvulas de control, prueba, drenaje y reguladoras de presión; dependiendo del sistema que se vaya a utilizar pueden incluir válvulas de alivio o retención.

Las válvulas de control permiten regular el suministro de agua desde la fuente y el suministro hacia las tuberías que alimentan los rociadores, ya sea cuando el incendio ha sido controlado, o para labores de mantenimiento y reparaciones. Estas válvulas deben ser registradas como válvulas indicadoras de flujo.

Las válvulas de prueba permiten simular el flujo de suministro o el flujo de un rociador con el fin de verificar la condición de trabajo de las alarmas. Mientras que las válvulas de drenaje son instaladas para remover el agua que se ha quedado recolectado en el sistema.

Todas las conexiones de las válvulas de control, drenaje y prueba deben tener marcas permanentes de metal resistentes al agua o con señales de identificación de plástico rígido. Estas señales deben asegurarse con alambre resistente, cadenas u otros medios resistentes a la corrosión.

Se requerirá instalar una válvula reductora de presión cuando la presión del sistema exceda los 175 Psi, en tal situación, se debe calibrar la válvula para descargar a una presión máxima de 165 Psi a la máxima presión de entrada. Para los sistemas de tubería mojada será provista de una válvula de alivio no menor que ¼ pulgada, esta será instalada en el lado de descarga de la válvula reductora de presión, seteada para operar a una presión que no exceda los 175 Psi.

- **Medidores de presión**

Se deberán instalar manómetros antes y después de cada válvula reductora de presión; y en cada tubería ascendente del sistema de igual forma a la entrada y salida de la válvula de retención con dispositivo de alarma.

- **Alarmas de flujo de agua**

De acuerdo a lo especificado en la norma NFPA 13, artículo 3.10.1, (Anexo 9) las alarmas de flujo de agua deberán estar registradas para ese servicio y instaladas de tal manera que cualquier flujo de agua que se produzca en el sistema de rociadores, igual o mayor que aquel que proviene de un solo rociador automático, con el orificio de tamaño más pequeño instalado en el sistema, deberá resultar en una alarma audible dentro de 5 minutos desde que el flujo comience hasta que el mismo termine.

Las alarmas de flujo de agua serán instaladas en todos los sistema de rociadores que tengan más de 20 de los mismos. Para un sistema de tubería mojada los aparatos de alarma consistirán en una válvula de retención (check) con dispositivos para activación, o también se puede utilizar otros aparatos para detección de flujo de agua con los accesorios necesarios para activar la alerta.

- **Soportes colgantes**

La norma NFPA 13 en su sección 6-1 especifica los requerimientos para soportes colgantes (Hangers) para tuberías en un sistema de rociadores. Así se establece las siguientes reglas:

- Los soportes colgantes deben estar diseñados de tal forma, que soporten cinco veces el peso de la tubería llena de agua más 250 lb (114 kg) para cada punto de apoyo de la tubería.
- Los puntos de apoyo deben ser adecuados para soportar el sistema de rociadores.
- El espacio entre los soportes colgantes no excederá el valor dado para el tipo de tubería indicado en la tabla 6-2.2 (Anexo 9).
- Se deberán instalar no menos de un soporte colgante por cada sección de tubería, a nos ser que los rociadores se encuentren a menos de 6 pies de distancia entre centros.
- Las tuberías de distribución deberán tener al menos un soporte colgante cada dos ramales de rociadores.

El apéndice A-6.1.1 (Anexo 9) muestra los principales tipo de soportes colgantes que se pueden usar en un sistema de rociadores.

- **Protección de la tubería frente a movimientos sísmicos**

La tubería de un sistema de rociadores debe protegerse de movimiento sísmicos, con el fin de reducir posibles daños en sus componentes, la norma NFPA 13 en su apartado 6-4 determina que los medios para conseguir se realiza mediante:

1) Un acoplamiento de la tubería con la estructura para asegurarse que el movimiento relativo sea mínimo, pero dejando espacios para el movimiento entre los componentes estructurales de la edificación.

2) Mediante acoples de tubería flexible para unir los extremos de los tubos acanalados. Estos acoples son juntas flexibles que permiten secciones individuales de tubería de 2½ pulgadas o más grandes, para moverse diferencialmente con las secciones individuales de una edificación a la cual están unidas. Los acoplamientos serán instalados coincidiendo con las separaciones estructurales dentro de la construcción. Estos acoples deberán ser instalados de la siguiente manera:

- A 24 pulgadas de los extremos superior e inferior de las tuberías ascendentes; a excepción de los que tienen de 3 a 7 pies de longitud, en este caso es necesario solo una junta flexible. Si se tiene tubería ascendente menos de 3 pies de longitud no se requiere ninguna junta.
- A un lado de las paredes de concreto o mampostería a 1 pie de la superficie de la pared; no se requiere en las condiciones establecidas en el punto 6-4.4 (Anexo 9).
- A 24 pulgadas de cualquier junta de expansión instalada en un edificio.
- Arriba y debajo de cualquier punto intermedio de soporte de tubería ascendente o cualquier tubo vertical.

- **Arrostramientos**

La tubería de un sistema de rociadores debe estar instalada para soportar cargas sísmicas horizontales en dirección lateral o longitudinal, y movimientos verticales resultados de las mismas cargas, esto se consigue mediante accesorios conocidos como arrostramientos (sway bracing).

Las cargas horizontales para arrostramiento deberán según la tabla 6-4.5.8 (Anexo 9), la cual se basa en una fuerza horizontal $F_p = 0,5 * W_p$, donde F_p es el factor fuerza horizontal y W_p es el peso de tubería llena de agua.

Arrostramientos laterales deben ser instalados cada 40 pies (12,2 m) entre centros para tuberías de distribución o en líneas de ramales u otras tuberías en que el diámetro sea de 2½ pulgadas en adelante.

Arrostramientos longitudinales se requieren máximo cada 80 pies (2,4 m) entre centros para tuberías de distribución.

Arrostramiento en cuatro direcciones se requieren en la parte superior de la tubería descendente para restringir el movimiento en cualquier dirección.

Se puede excluir el uso de arrostramientos laterales y longitudinales en los siguientes casos:

- No se requieren arrostramientos laterales en tuberías individuales que están soportadas por varillas menores que 6 pulgadas de largo.
- Cuando se instalan juntas flexibles en tuberías principales de distribución, se deben colocar un arrostre lateral a 24 pulgadas de cada junta, pero el espacio no debe ser mayor que 40 pies (12 m) entre centros.

- **Drenaje**

Toda la tubería de rociadores y accesorios serán instalados de tal manera que puedan ser drenados. Los diámetros de tubería para drenaje de tuberías ascendentes o tubería de distribución están de acuerdo a la tabla 5-14.2.4.2 (Anexo 9). Para sistemas de tubería mojada, las tuberías de rociadores se permitirán instalar a nivel. La tubería entrampada será drenada en conformidad a:

Drenajes auxiliares

Los drenajes auxiliares serán instalados donde un cambio en la dirección de la tubería impida drenar el sistema de tuberías a través de la válvula de drenaje principal.

Drenajes auxiliares para sistemas de tubería mojada

Donde la capacidad de secciones entrampadas de tuberías es menos que 5 galones, el drenaje auxiliar consistirá de una tubería roscada con un tapón no menor que ½ pulgada de diámetro, excepto los que se indican a continuación:

- No se requiere drenaje auxiliar para sistemas de tuberías que puedan drenar quitando un solo rociador.
- En sectores donde los acoples flexibles u otras conexiones pueden ser separadas fácilmente para poder drenar.

Donde la capacidad de las secciones entrampadas de tubería es mayor que 5 galones y menor que 50 galones, el drenaje auxiliar consistirá de una válvula de ¾ pulgadas o mayor, con un tapón o una tubería roscada y tapón.

Donde la capacidad de las secciones entrampadas de tubería es 50 galones o más, el drenaje auxiliar consistirá de una válvula no menor que 1 pulgada.

- **Bombas contra incendios**

Las instalaciones para bombas contra incendios, tienen que seguir algunos requerimientos establecidos en la norma NFPA 20. Estos puntos son los siguientes:

- Las bombas contra incendios deben tener una presión mínima de trabajo de 40 Psi, y sus capacidades sólo deben ser a las encontradas en la tabla 2-3 (Anexo 10).
- Las bombas deben ser capaces de suministrar como mínimo el 150% del caudal nominal a un valor no inferior al 65% del cabezal de la bomba. A caudal cero no se debe sobrepasar el 140% del cabezal, según sección 3.2 (Anexo 10).
- Se debe instalar una bomba jockey con el fin de mantener la red presurizada y compensar pequeñas fugas. El arreglo de válvulas, junto con la bomba principal y bomba jockey puede verse en apartado A-2-19.3, (Anexo 10).
- Las dimensiones mínimas que deben tener las tuberías de succión y descarga están de acuerdo a la tabla 2-20 (Anexo 10).
- Una válvula de vástago ascendente (OS&Y) debe ser instalada en la línea de succión. Ninguna válvula, que no sea registrada como OS&Y puede ser instalada en la tubería de succión a 50 ft de la succión de la bomba.
- Una válvula check enlistada puede ser instalada en la línea de descarga de la bomba.
- Una válvula de compuerta o una válvula de mariposa, ambas registradas, pueden ser instaladas para protección contra incendios en el lado de descarga de la bomba junto a la válvula check.

7.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DISPERSIÓN DE ESPUMA

7.5.1 CLASE DE FUEGO A COMBATIR

En un incendio declarado, los fuegos que se van a combatir son los producidos por el diesel y el gas licuado de petróleo, al ser estimados como líquidos inflamables entran en el grupo de fuegos CLASE B (Capítulo 1, sección 1.12).

7.5.2 GRADO DE EXPANSIÓN DE LA ESPUMA

Según la norma NFPA 11, literal 1-1 (Anexo 10) una espuma de baja expansión, cubre los riesgos de líquidos inflamables y combustibles (CLASE B), las áreas de locales dentro de edificios, tanques de almacenamiento y áreas de procesamiento interiores y exteriores. Por ende, para el diseño del presente proyecto se determina el uso de espumas de baja expansión.

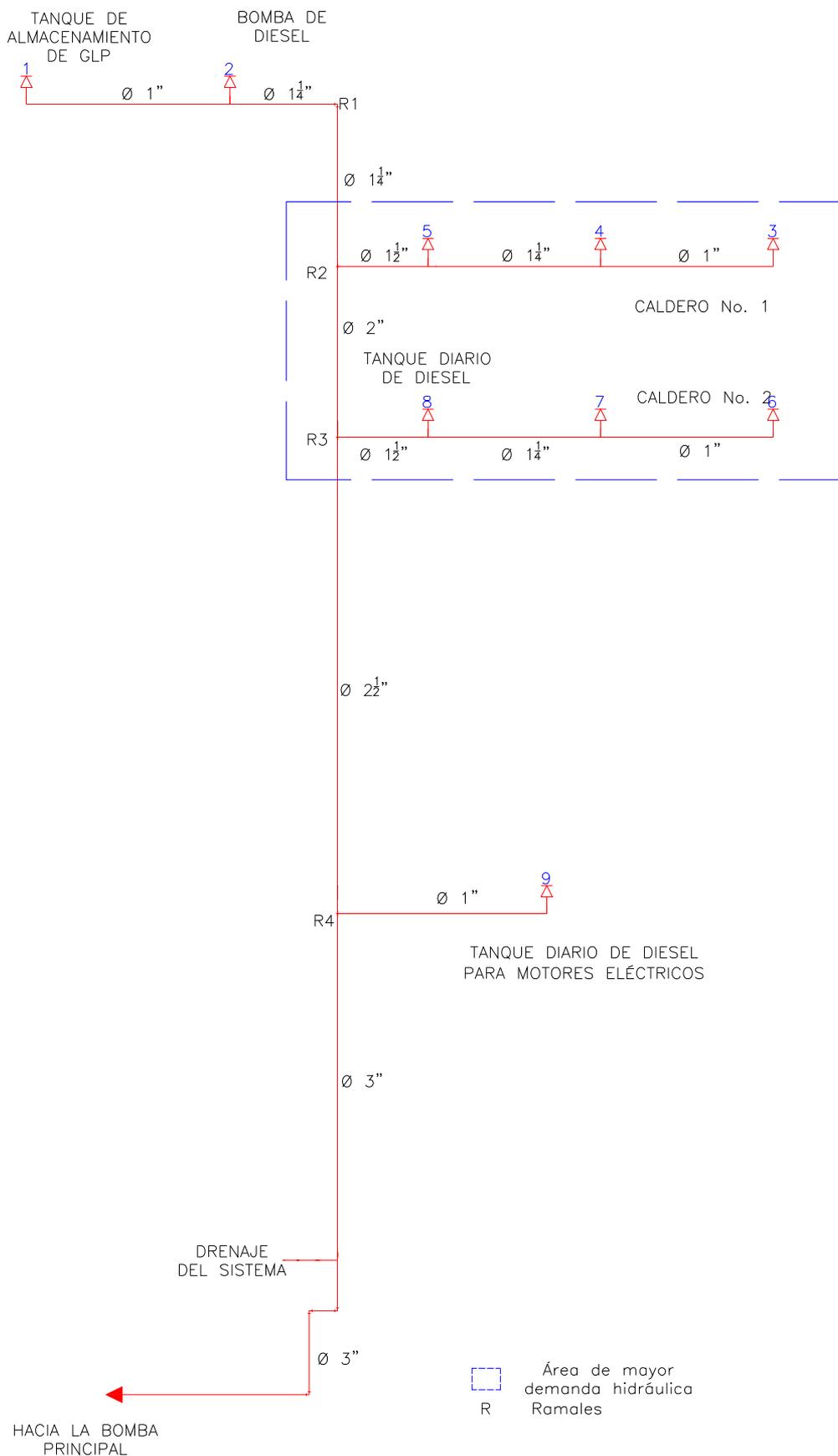
7.5.3 TIPO DE CONCENTRADO DE ESPUMA

La norma NFPA 10, apartado 2-2 (Anexo 10) dicta que para fuegos CLASE B, los tipos de espuma que pueden ser utilizados son FFFP o AFFF. El espumógeno AFFF al 3% es el rango estándar de la industria para sistemas fijos, apropiado para sistema de rociadores. Por consiguiente, el concentrado a utilizarse será el AER-O-WATER 3EM AFFF al 3%. Las especificaciones técnicas de este concentrado se detallan en el Anexo 12.

7.5.4 SISTEMA FIJO DE ESPUMA

Al analizar las diversas alternativas para una instalación fija contra incendios a base de espuma (Capítulo 1, apartado 1.15.5), se selecciona el Sistema Proporcionador con Tanque tipo Bladder (saco), debido que, para su funcionamiento no necesita energía eléctrica, requiere muy poco mantenimiento, y es más económico. Además, es aplicable cuando el riesgo está muy bien definido, confinado y es de tamaño accesible, o sea en la mayoría de los casos.

Figura 7.1 Área de mayor demanda hidráulica de la sala de calderos de SOLCA



7.6 CÁLCULO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE ROCIADORES DE LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”

7.6.1 CÁLCULO DE TRAMOS PRINCIPALES

Ya que se ha clasificado a la actividad como RIESGO ORDINARIO GRUPO 1, se recurre a las curvas del método Área/densidad que se encuentran en la figura 7-2.3.1.2 de la norma NFPA 13 (Anexo 9). Estas curvas determinan que para riesgos ordinarios Grupo 1 con áreas de operación menores que 1500 ft², la densidad a usarse es de 0.15 gpm/ft². Sin embargo, en la norma NFPA 16 en su literal 4-3.2 (Anexo 10), la densidad de descarga de diseño en ningún caso debe ser menor que 0.16 gpm/ft². Por tanto, el valor a considerar para el cálculo hidráulico será de 0.16 gpm/ft².

- **Área de cobertura (As) de cada rociador**

$A_s = S * L = 10 * 10 = 100 \text{ft}^2$, según sección 4-3.7.2, norma NFPA 16 (Anexo 10).

- **Número de rociadores a instalarse**

El área de mayor demanda hidráulica es el sector donde se encuentra el tanque diario de combustible de diesel, los calderos y los quemadores, cuya superficie es 553.92 ft². Referirse a la figura 7.1. Acorde con esto, el número de rociadores a instalarse será:

$$\text{Número_de_rociadores} = \frac{\text{Área_de_diseño}}{\text{Área_por_rociador}} = \frac{553.92 \text{ft}^2}{100 \text{ft}^2} = 5.54 \approx 6 \text{ Rociadores}$$

- **Número de rociadores en cada ramal**

De los 6 rociadores, se debe determinar cuántos de estos corresponden instalar en cada ramal dentro del área de mayor demanda hidráulica; esto conforme ha:

$$\frac{1.2 * \sqrt{A}}{S} = \frac{1.2 * \sqrt{553.92}}{10} = 2.824 \approx 3 \text{ Rociadores en cada ramal.}$$

Donde:

A = área de mayor demanda hidráulica (ft²)

S = distancia entre rociadores en cada ramal (ft)

En base a esto, se tendrá 2 ramales cada uno con 3 rociadores. Los sectores donde se ubican los dos tanques diarios para generación eléctrica, el tanque de GLP y el cuarto de bombas para abastecimiento del diesel tienen una superficie menor que el área de cobertura de un rociador (100 ft²), por tanto en cada sector antes mencionado se instalará solo un rociador.

Entonces, para el diseño hidráulico se contará con 3 rociadores más, adicionales a los 6 establecidos anteriormente, lo que dará un total de 9 rociadores.

- **Caudal requerido para un rociador**

El caudal inicial requerido para el rociador más remoto (# 1) será:

$$Q = \text{Densidad} * \text{Área} = 0.16 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2} * 100\text{ft}^2 = 16\text{gpm} \text{ (Flujo mínimo)}$$

La presión requerida para mantener un flujo mínimo en el rociador más remoto, se calculará con la siguiente expresión:

$$Q = K * \sqrt{P}, \text{ según apartado 5-5.1.5 norma NFPA 15 (Anexo 10).}$$

Donde:

Q = flujo que descarga el rociador (gpm)

K = factor constante del rociador

P = presión total para mantener el flujo Q (psi)

Según el punto 5-4.1.2, (Anexo 9) para densidades menores que 0.20 gpm/ft² se usará un factor K de 5.6. En la tabla 8.7 (Anexo 9) de acuerdo con este factor se selecciona un rociador grande con orificio de ½ pulgada de diámetro.

Entonces la presión mínima para mantener un flujo de 16 gpm en el rociador será:

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{16}{5.6}\right)^2 = 8.163\text{psi}$$

Por tanto, el caudal y la presión requeridos en el rociador más remoto (#1) serán:

$$Q_1 = 16\text{gpm}$$

$$P_1 = 8.163\text{psi}$$

TRAMO 1-2

$$Q_1 = Q_{1-2} = 16\text{gpm}$$

- **Dimensionamiento de la tubería**

El dimensionamiento de la tubería en el tramo 1-2 para un flujo de 16 gpm se calculará de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q = V * A = V * \frac{\pi}{4} * D^2 \Rightarrow Di = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

Di = diámetro interior de la tubería (pulgadas)

Q = caudal (gpm)

V = velocidad del fluido (ft/seg)

La velocidad de fluido recomendado será de 10 ft/seg, según sección 10-2.1 de la norma NFPA 13 (Anexo 9).

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 16 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{231 \text{ pulg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}}} = 0.808 \text{ pulg}}$$

La tubería usada en el diseño es de cédula 40. Según el literal 2-3.7 de la norma NPFA 15 (Anexo 10), se seleccionará la tubería de acuerdo al valor calculado, pero no será menor que 1 pulgada. Por lo tanto para una tubería de 1 pulgada con cédula 40, el diámetro interior será 1,049 pulgadas, tabla A-3-3.2 (Anexo 9).

- **Longitud de tubería equivalente**

Longitud de tubería del tramo 1-2 = 11.81 ft

No hay accesorios = 0 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 11.81 \text{ ft} + 0 \text{ ft} = 11.81 \text{ ft}$

- **Pérdidas de presión por fricción**

Las pérdidas de presión por fricción en la tubería serán determinadas en base a la fórmula de Hazen-Williams, detallada en el párrafo 8-4.2.1 (Anexo 9) y es:

$$P_{fr} = \frac{4.52 * Q^{1.85} * Le}{C^{1.85} * d^{4.87}} \text{ (Psi)}$$

Donde:

P_{fr} = resistencia a la fricción (Psi)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida de fricción para tubería de acero negro igual a 120, según 8-4.4.5 (Anexo 9)

d = diámetro interior de la tubería (pulgadas)

Le = longitud equivalente de tubería (ft), según 8-4.3.1 (Anexo 9)

$$P_{fr_{1-2}} = \frac{4.52 * (16)^{1.85} * 11.81}{(120)^{1.85} * (1.049)^{4.87}} = 1.017 \text{ psi}$$

La presión y caudal requeridos en el rociador # 2 será entonces:

$$P_2 = P_1 + P_{fr_{1-2}} = 8.163 + 1.017 = 9.18 \text{ psi}$$

$$Q_2 = K * \sqrt{P_2} = 5.6 * \sqrt{9.18} = 16.97 \text{ gpm}$$

TRAMO 2-A

$$Q_{2-A} = Q_{1-2} + Q_2 = 16 + 16.97 = 32.97 \text{ gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo 2-A para un flujo de 32.97 gpm será calculado de igual forma así:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 32.97 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{231 \text{ pu lg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pu lg}}{1 \text{ pie}}}} = 1.160 \text{ pu lg}$$

Por consiguiente, se seleccionará una tubería de 1¼" de cédula 40 cuyo diámetro interior es de 1.380 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo 2-A, sin accesorios será igual a:

Longitud de tubería del tramo 2-A = 6.23 ft

No hay accesorios. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 6.23 \text{ ft} + 0 \text{ ft} = 6.23 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo 2-A equivalente a 6.23 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_{2-A}} = \frac{4.52 * (32.97)^{1.85} * 6.23}{(120)^{1.85} * (1.380)^{4.87}} = 0.538 \text{ psi}$$

Por lo tanto, la presión requerida en el punto A será entonces:

$$P_A = P_2 + P_{2-A} = 9.18 + 0.538 = 9.718 \text{ psi}$$

TRAMO A-B

$$Q_{A-B} = 32.97 \text{ gpm}$$

$$D_i = 1.610 \text{ pulg}$$

La longitud de tubería equivalente en el tramo A-B, con accesorios será igual a:

Longitud de tubería del tramo A-B = 9.51 ft

Un codo de 1¼ " = 3 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 9.51 \text{ ft} + 3 \text{ ft} = 12.51 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo A-B equivalente a 12.51 ft de tubería será igual:

$$P_{fr_{A-B}} = \frac{4.52 * (32.97)^{1.85} * 12.51}{(120)^{1.85} * (1.380)^{4.87}} = 1.079 \text{ psi}$$

TRAMO 3-4

La presión y caudal requeridos en el rociador # 3 serán igual a:

$$Q_3 = Q_{3-4} = 16 \text{ gpm}$$

$$P_3 = 8.163 \text{ psi}$$

La dimensión de la tubería en el tramo 3-4 para un flujo de 16 gpm será:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * 16 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{2.31 \text{ pulg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ ft}}}} = 0.808 \text{ pulg}$$

Entonces, se seleccionará una tubería de 1" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 1.049 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo 3-4, sin accesorios será igual a:

Longitud de tubería del tramo 3-4 = 10 ft

No hay accesorios = 0 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 10 \text{ ft} + 0 \text{ ft} = 10 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo 3-4 equivalente a 10 ft de tubería será igual:

$$P_{fr_{3-4}} = \frac{4.52 * (16)^{1.85} * 10}{(120)^{1.85} * (1.049)^{4.87}} = 0.861 \text{psi}$$

Por ende, la presión y caudal requeridos en el rociador # 4 será entonces:

$$P_4 = P_3 + P_{fr_{3-4}} = 8.163 + 0.861 = 9.024 \text{psi}$$

$$Q_4 = K * \sqrt{P_4} = 5.6 * \sqrt{9.024} = 16.82 \text{gpm}$$

TRAMO 4-5

$$Q_{4-5} = Q_{3-4} + Q_4 = 16 + 16.82 = 32.82 \text{gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo 4-5 para un flujo de 32.82 gpm será igual a:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 32.82 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{min}}{60 \text{seg}} * \frac{2.31 \text{pu l g}^3}{\text{l gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{pu l g}}{\text{l pie}}}} = 1.158 \text{pu l g}$$

Por consiguiente, se seleccionará una tubería de 1¼" de cédula 40 cuyo diámetro interior es de 1.380 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo 4-5, sin ningún tipo de accesorio será igual a:

Longitud de tubería del tramo 4-5 = 10 ft

No hay accesorios = 0 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 10 \text{ ft} + 0 \text{ ft} = 10 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo 4-5 equivalente a 10 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_{4-5}} = \frac{4.52 * (32.82)^{1.85} * 10}{(120)^{1.85} * (1.380)^{4.87}} = 0.856 \text{psi}$$

La presión y caudal requeridos en el rociador # 5 serán igual a:

$$P_5 = P_4 + P_{fr_{4-5}} = 9.024 + 0.856 = 9.88 \text{psi}$$

$$Q_5 = 5.6 * \sqrt{9.88} = 17.6 \text{gpm}$$

TRAMO 5-B'

$$Q_{5-B'} = Q_{4-5} + Q_5 = 32.82 + 17.6 = 50.42 \text{gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo 5-B' para flujo de 50.42 gpm será:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 50.42 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{min}}{60 \text{seg}} * \frac{231 \text{pu lg}^3}{\text{lgal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{pu lg}}{1 \text{pie}}}} = 1.435 \text{pu lg}$$

Por ende, se seleccionará una tubería de 1½" de cédula 40 cuyo diámetro interior es de 1.610 pulg.

TRAMO B-B'

$$Q_{B-B'} = 50.42 \text{gpm}$$

$$Di = 1.610 \text{pu lg}$$

La presión adicional que se necesita para elevar el suministro de agua a la altura de los rociadores es 0.433 Psi/ft, apéndice A-7.2.2.3 (Anexo 9). Por tanto, la pérdida de presión por elevación en el tramo B-B' será:

$$\Delta H = 7 \text{ft}$$

$$P_{e_{B-B'}} = 7 * 0.433 \frac{\text{psi}}{\text{ft}} = 3 \text{psi}$$

Por consiguiente, la presión y flujo requeridos en el punto B será:

$$P_B = P_A + P_{fr_{A-B}} + P_{e_{B-B'}} = 9.718 + 1.079 + 3 = 13.797 \text{ psi}$$

$$Q_B = Q_{A-B} + Q_{B-B'} = 32.97 + 50.42 = 83.39 \text{ gpm}$$

Para ramales idénticos se puede adoptar un valor de K equivalente para la tubería, es decir, un orificio equivalente en la tubería de distribución al ingreso del otro ramal, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$K = \frac{Q_{B-B'}}{\sqrt{P_B}} = \frac{50.42}{\sqrt{13.797}} = 13.6$$

TRAMO B-C

$$Q_{B-C} = 83.39 \text{ gpm}$$

La dimensión de la tubería en el tramo B-C para un flujo de 83.39 gpm será calculado con la siguiente relación:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * 83.39 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{2.31 \text{ pulg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}}}} = 1.846 \text{ pulg}$$

Por tanto, se seleccionará una tubería de 2" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 2.067 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo B-C, que incluye una tee de 2", será igual a:

Longitud de tubería del tramo B-C = 10 ft

Una tee de 2" = 10 ft. Por tanto la longitud equivalente $Le = 10 \text{ ft} + 10 \text{ ft} = 20 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo B-C equivalente a 20 ft de tubería será igual:

$$P_{fr_B-C} = \frac{4.52 * (83.39)^{1.85} * 20}{(120)^{1.85} * (2.067)^{4.87}} = 1.343 \text{ psi}$$

La presión requerida en el punto C será:

$$P_C = P_B + P_{fr_B-C} = 13.797 + 1.343 = 15.14 \text{ psi}$$

$$Q_{C-C'} = 13.6 * \sqrt{15.14} = 52.92 \text{ gpm}$$

TRAMO C-D

$$Q_{C-D} = Q_{B-C} + Q_{C-C'} = 83.39 + 52.92 = 136.61 \text{ gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo C-D para flujo de 136.61 gpm será:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 136.61 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{23 \text{ lpu lg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pu lg}}{1 \text{ pie}}}} = 2.362 \text{ pu lg}$$

Por consiguiente, se seleccionará una tubería de 2 ½" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 2.469 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo C-D, que incluye una tee de 2 ½", será igual a:

Longitud de tubería del tramo C-D = 28 ft

Una tee de 2 ½" = 12 ft. Por tanto la longitud equivalente $Le = 28 \text{ ft} + 12 \text{ ft} = 40 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo C-D equivalente a 40 ft de tubería será igual:

$$P_{fr_C-D} = \frac{4.52 * (136.61)^{1.85} * 40}{(120)^{1.85} * (2.469)^{4.87}} = 2.817 \text{ psi}$$

TRAMO 9-D'

El caudal requerido en el rociador # 9 será igual a:

$$Q_9 = Q_{9-D'} = 16 \text{ gpm}$$

La dimensión de la tubería en el tramo 9-D' para un flujo de 16 gpm será igual a:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 16 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{2.31 \text{ pu lg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pu lg}}{1 \text{ pie}}}} = 0.808 \text{ pu lg}$$

Por ende, se seleccionará una tubería de 1" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 1.049 pulg.

TRAMO D-D'

$$Q_{D-D'} = 16 \text{ gpm}$$

$$Di = 1.049 \text{ pu lg}$$

La pérdida de presión por elevación en el tramo D-D' será:

$$\Delta H = 7 \text{ ft}$$

$$P_{e_{D-D'}} = 7 * 0.433 = 3 \text{ psi}$$

La presión requerida en el punto D será:

$$P_D = P_C + P_{fr_{C-D}} + P_{e_{D-D'}} = 15.14 + 2.817 + 3 = 20.957 \text{ psi}$$

$$Q_D = Q_{C-D} + Q_{D-D'} = 136.61 + 16 = 152.61 \text{ gpm}$$

TRAMO D-E

$$Q_{D-E} = 152.61 \text{ gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo D-E para un flujo de 152.61 gpm será igual a:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 152.61 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{2.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pie}^2}{1 \text{ pie}}}} = 2.497 \text{ pie}$$

Por lo que, se seleccionará una tubería de 3" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 3.068 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo D-E, con una tee y un codo de 3" será igual a:

Longitud de tubería del tramo D-E = 20 ft.

Una tee de 3" = 15 ft.

Un codo 3" = 7 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 20 \text{ ft} + 15 \text{ ft} + 7 \text{ ft} = 42 \text{ ft}$.

La pérdida de presión por fricción en el tramo D-E equivalente a 42 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_D-E} = \frac{4.52 * (152.61)^{1.85} * 42}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87}} = 1.26 \text{ psi}$$

TRAMO E-F

La longitud de tubería equivalente en el tramo E-F, que incluye una válvula de compuerta de 3", será igual a:

Longitud de tubería = 11.81 ft.

Una válvula de compuerta de 3" = 1 ft. Por tanto, la longitud equivalente

$Le = 11.81 \text{ ft} + 1 \text{ ft} = 12.81 \text{ ft}$.

La pérdida de presión por fricción en el tramo E-F equivalente a 12.81 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_E-F} = \frac{4.52 * (152.61)^{1.85} * 12.81}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87}} = 0.38\text{psi}$$

La pérdida de presión por elevación en el tramo E-F será:

$$\Delta H = 11.81\text{ft}$$

$$P_{e_E-F} = 11.81 * 0.433 = 5.11\text{psi}$$

TRAMO F-G

$$Q_{F-G} = 152.61\text{gpm}$$

$$Di = 3.068\text{pulg}$$

La longitud de tubería equivalente en el tramo F-G, que incluyen codos de 3" será igual a:

Longitud de tubería del tramo F-G = 27.23 ft

4 Codos 3" = 28 ft. Por tanto, la longitud equivalente $Le = 27.23 \text{ ft} + 28 \text{ ft} = 55.23 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo F-G equivalente a 55.23 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_F-G} = \frac{4.52 * (152.61)^{1.85} * 55.23}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87}} = 1.66\text{psi}$$

Entonces, la presión requerida en el punto G será:

$$P_G = P_D + P_{fr_D-E} + P_{fr_E-F} + P_{e_E-F} + P_{fr_F-G}$$

$$P_G = 20.957 + 1.26 + 0.38 + 5.11 + 1.66 = 29.367\text{psi}$$

7.6.2 CAPACIDAD DEL TANQUE DE CONCENTRADO DE ESPUMA

El tanque para almacenamiento de espuma debe ser capaz de suministrar el líquido espumante durante un periodo de tiempo de 10 minutos, como dicta la norma NFPA 16, párrafo 4-3.3.1 (Anexo 10). Este espumante posee un 3% de la solución en volumen, con lo cual la capacidad del tanque será igual a:

$$\text{Capacidad del tanque} = 152.61 \frac{\text{gpm}}{\text{min}} * 10 \text{ min} * 0.03 = 45.78 \approx 46 \text{ galones}$$

Debido a la disponibilidad en el mercado se concluye utilizar un tanque tipo Bladder con capacidad de 50 galones, que abastezca la demanda de líquido espumante sin ningún inconveniente. Las características y dimensiones del tanque se pueden observar en el Anexo 12.

7.6.3 CÁLCULO DE TRAMOS SECUNDARIOS

TRAMO H-J

El principio del tanque Bladder (saco) es permitir el ingreso de agua dentro del tanque, el mismo que presiona a la “vejiga” obligando a salir al concentrado a la misma presión. Por consiguiente, se necesitan 46 galones de agua para vaciar los 46 galones de concentrado de espuma (demanda de espumógeno), esto por un período de 10 minutos.

$$\text{Flujo mínimo de agua} = 46 \text{ galones} / 10 \text{ minutos} = 4.6 \text{ gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo H-J para un flujo de 4.6 gpm será:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * 4.6 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{231 \text{ pulg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}}}} = 0.433 \text{ pulg}$$

Se selecciona la tubería de 1” cuyo diámetro interior es de $D_i = 1.049 \text{ pulg}$.

La longitud de tubería equivalente en el tramo H-J, en el que incluyen codos, será igual a:

Longitud de tubería del tramo H-J = 9.46 ft.

Tres codos de 1" = 3*2 = 6 ft. Por tanto, la longitud equivalente $L_e = 9.46 \text{ ft} + 6 \text{ ft} = 15.46 \text{ ft}$

La pérdida de presión por elevación en el tramo H-J será calculada así:

$$\Delta H = 5.18 \text{ ft}$$

$$P_{e_H-J} = 5.18 * 0.433 = 2.24 \text{ psi}$$

La pérdida de presión por fricción en el tramo H-J equivalente a 15.46 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_H-J} = \frac{4.52 * (4.6)^{1.85} * 15.46}{(120)^{1.85} * (1.049)^{4.87}} = 0.13 \text{ psi}$$

TRAMO G-K

Flujo mínimo de concentrado de espuma = 46 galones / 10 minutos = 4.6 gpm

El dimensionamiento de la tubería en el tramo G-K para un flujo de 4.6 gpm será:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 4.6 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{231 \text{ pu lg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pu lg}}{1 \text{ pie}}}} = 0.433 \text{ pu lg}$$

Por tanto, se selecciona una tubería de 1" cédula 40, cuyo diámetro interior es de 1.049 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo G-K, en el que se incluyen codos, tees y una válvula check, será igual a:

Longitud de tubería del tramo G-K = 4.36 ft

Un Codo de 1" = 2 ft

Una tee de 1" = 5 ft

Una válvula check de 1" = 5 ft. Por tanto, la longitud equivalente $L_e = 4.36 \text{ ft} + 2 \text{ ft} + 5 \text{ ft} + 5 \text{ ft} = 16.36 \text{ ft}$.

La pérdida de presión por fricción en el tramo G-K equivalente a 16.36 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_{G-K}} = \frac{4.52 * (4.6)^{1.85} * 16.36}{(120)^{1.85} * (1.049)^{4.87}} = 0.14 \text{ psi}$$

TRAMO G-H

En este corto tramo, solo se transporta agua, y no la mezcla de espuma para descarga de los rociadores. Al ser el concentrado AFFF al 3%, este porcentaje indica 3 partes de concentrado en 97 partes de agua, por lo tanto, el flujo de agua requerido será:

$$Q_{G-H} = 152.61 \text{ gpm} * 0.97 = 148.03 \text{ gpm}$$

El dimensionamiento de la tubería en el tramo G-H para un flujo de 148.03 gpm será:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * 148.03 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{2.31 \text{ pu lg}^3}{1 \text{ gal}}}{\pi * 10 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} * \frac{12 \text{ pu lg}}{1 \text{ pie}}}} = 2.459 \text{ pu lg}$$

Se seleccionará una tubería 3" cédula 40 cuyo diámetro interior es de 3.068 pulg.

La longitud de tubería equivalente en el tramo G-H, que incluye una tee de 3" será igual a:

Longitud de tubería del tramo G-H = 0.98 ft.

Una tee 3" = 15 ft. Por tanto, la longitud equivalente $L_e = 0.98 \text{ ft} + 15 \text{ ft} = 15.98 \text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo G-H equivalente a 15.98 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_G-H} = \frac{4.52 * (148.03)^{1.85} * 15.98}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87}} = 0.45\text{psi}$$

La presión y caudal requeridos en el punto H será entonces:

$$P_H = P_G + P_{fr_G-H} + P_{fr_G-K} + P_{fr_H-J} + P_{e_H-J} = 29.37 + 0.45 + 0.14 + 0.13 + 2.24 = 32.33\text{psi}$$

$$Q_H = 148.03\text{gpm}$$

TRAMO H-I

En este tramo, se debe añadir el flujo de agua que entra al tanque tipo vejiga, lo que dará:

$$Q_I = 148.03\text{gpm} + 4.6\text{gpm} = 152.63\text{gpm}$$

$$D_i = 3.068\text{pu lg}$$

La longitud de tubería equivalente en el tramo H-I, que incluyen una tee de 3" será:

Longitud de tubería del tramo H-I = 4.28 ft.

Un codo de 3" = 7 ft.

Una válvula de compuerta de 3" = 1 ft.

Una válvula check de 3" = 16 ft. Por tanto la longitud equivalente $Le = 4.28\text{ ft} + 7\text{ ft} + 1\text{ ft} + 16\text{ ft} = 28.28\text{ ft}$

La pérdida de presión por fricción en el tramo H-I equivalente a 28.28 ft de tubería será igual a:

$$P_{fr_H-I} = \frac{4.52 * (152.63)^{1.85} * 28.28}{(120)^{1.85} * (3.068)^{4.87}} = 0.85\text{psi}$$

Por tanto, la presión y caudal en el punto I (punto de descarga de la bomba) será:

$$P_I = P_H + P_{fr_H-I} = 32.33 + 0.85 = 33.18\text{psi}$$

$$Q_I = 152.63\text{gpm}$$

7.6.4 VOLUMEN DE AGUA REQUERIDA

Para una actividad clasificada como RIESGO ORDINARIO GRUPO 1, además del caudal necesario para el sistema de rociadores automáticos, se requiere el apoyo de mangueras que pueden ser interiores o exteriores, según la tabla 7-2.3.1.1 de la norma NFPA 13 (Anexo 9). Sin embargo, ya que existen tres gabinetes instalados en las cercanías, estos pueden cubrir la demanda sin ningún problema, con lo cual, el suministro de agua para abastecer el sistema de rociadores será.

$$\text{Volumen_de_agua_requerida} = 152.63 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * 10 \text{ min} = 1526.3 \approx 1527 \text{ galones}$$

$$\text{Volumen_de_agua_actual} = 80 \text{ m}^3 * \frac{264.17 \text{ gal}}{1 \text{ m}^3} = 21134 \text{ galones}$$

Por tanto, la demanda de agua es fácilmente abastecida por las dos cisternas que se encuentran fuera de la sala de calderos.

7.6.5 SELECCIÓN DE LA BOMBA PRINCIPAL

La selección de la bomba de agua se realiza de acuerdo al cálculo de la potencia al freno (BHP) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{BHP} = \frac{Q * \text{TDH}}{3960 * \text{Eficiencia}}$$

Donde:

Q = flujo de agua requerida (gpm)

TDH = cabezal de la bomba (ft)

Eficiencia = 32%, según la curva característica de la bomba (Anexo 12)

$$\text{TDH} = \text{Head(ft)} = \frac{P(\text{psi})}{0.433} = \frac{33.18}{0.433} = 76.63 \text{ ft}, \text{ apéndice A-1-8 NFPA-20 (Anexo 10)}$$

$$\text{BHP} = \frac{152.63 * 76.63}{3960 * 0.32} = 9.23 \approx 10 \text{ HP}$$

Ya que la bomba es pequeña no hay motivos para utilizar un motor a diesel, por lo que se recurre a un motor eléctrico. El equipo eléctrico y los métodos de instalación deben cumplir los requerimientos de la norma NFPA 70, "National Electrical Code".

En la selección de la bomba con motor eléctrico se acude a una bomba vertical en línea, de marca reconocida, cuyas especificaciones técnicas se muestran a continuación:

Modelo: 4 x 3 LA-F

Flujo: 200 gpm

Presión: 60 Psi

Velocidad: 3550 rpm

Motor: 15 hp

Aprobado y listado por FM/UL

7.6.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA JOCKEY

La experiencia de los diseñadores y fabricantes de bombas contra incendios han llevado a la conclusión de que, para seleccionar una bomba jockey, esta debe ser de una capacidad del 2% de la bomba principal, y debe estar seteada a 10 Psi por encima de la presión de trabajo de la bomba principal. De acuerdo con esto, la bomba será de tipo vertical multietapas, cuyas especificaciones son:

Modelo: VMS 1504

Flujo 5 gpm

Presión: 70 Psi

Motor: 1.5 hp

Las especificaciones técnicas, curvas características y gráficos de la bomba principal con la bomba jockey se encuentran en el Anexo 12.

7.6.7 SELECCIÓN DEL PROPORCIONADOR DE ESPUMA

El proporcionador de espuma para un flujo de 152.63 gpm y una presión de trabajo de 33.18 Psi corresponde al modelo VF3NWAFFF-MS. Las especificaciones de este proporcionador se encuentran en el Anexo 12.

7.7 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”

Un sistema de detección de incendios tiene por finalidad descubrir rápidamente algún indicio de fuego, transmitir la noticia para iniciar la extinción y una posterior evacuación. La detección no sólo debe descubrir que hay un incendio, sino que, debe localizarlo con precisión en el lugar que se desarrolla, y comunicarlo con fiabilidad a las personas que harán entrar en funcionamiento el plan de emergencia previsto.

La característica fundamental de la detección es la rapidez, de lo contrario, el desarrollo del fuego traería consecuencias desfavorables para los bienes materiales y especialmente para las vidas humanas. Por este motivo, en este capítulo es imprescindible el diseño y selección de un sistema de detección y alarma, como otra alternativa independiente del sistema de rociadores.

7.7.1 SISTEMA DE DETECCIÓN

Un sistema de detección de incendios puede clasificarse por el mecanismo de accionamiento, por lo que pueden ser: detección humana y detección automática.

- **Detección humana**

La detección humana se realiza a través de personas, las mismas que deben tener una correcta formación en incendios, para que, una vez transmitida la alarma se proceda a la extinción. En este caso la rapidez de detección es baja.

- **Detección automática**

Las instalaciones fijas de detección permiten la detección y localización automática del incendio. Opcionalmente pueden accionar los sistemas fijos de extinción, en general, su rapidez de detección es superior a la detección humana.

- **Elementos de un sistema de detección automática**

Un sistema de detección automática de incendios cuenta con los siguientes componentes:

- **Detectores automáticos:** Son dispositivos que captan los fenómenos producidos por el fuego sean estos: temperatura, humos, gases de combustión, llamas o chispas; y cuando el valor de estos sobrepasa un parámetro predeterminado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de detección.
- **Pulsadores manuales:** Son aparatos de detección humana, es decir, quién lo hace realmente es la persona que lo activa manualmente.
- **Central de detección automática:** Es la unidad de centralización que proporciona la alimentación eléctrica a los detectores, recibe información de los mismos y genera una señalización adecuada a la información recibida.
- **Cableado de la instalación:** Mediante líneas, enlazan los detectores entre sí y a la central configurando el sistema, además de convertirse en el elemento conductor de la señales de alarma.
- **Fuentes de alimentación:** Se contará con al menos dos fuentes de alimentaciones independientes y seguras, una primaria y otra secundaria, cada una debe tener una capacidad adecuada para la aplicación ⁽¹⁾.
- **Aparatos auxiliares:** Son los elementos que transmiten la alarma como por ejemplo: sirenas acústicas, avisos luminosos, marcadores telefónicos, etc.

En los epígrafes siguientes se analizará de forma sintetizada los principios de funcionamiento y los tipos más usuales de los aparatos de detección automática usados en edificios industriales.

⁽¹⁾ National Fire Protection Association, NFPA 72, National Fire Alarm Code, apartado 1-5.2.3 (Anexo 11)

7.7.2 TIPOS DE DETECTORES AUTOMÁTICOS

Los tipos de detectores automáticos van a seguir la clasificación que dicta la norma NFPA 72 en sus literales A-1-4 y A-2-4.2 (Anexo 11). Según el elemento generado por el fuego que detectan, estos se pueden clasificar en:

7.7.2.1 Detectores de temperatura

Estos detectores actúan por el estímulo de la elevación de temperatura provocado por el calor del incendio. Son generalmente usados en pequeños sectores restringidos donde pueden producirse fuegos con elevado desprendimiento de calor y rápido desarrollo. Existen dos tipos básicos, los cuales son:

a) Detectores de temperatura fija o termostáticos

Estos dispositivos actúan cuando el elemento sensor llega a una temperatura predeterminada. De allí que se pueden fabricar los siguientes tipos:

- **De lámina bimetálica**

El elemento deflector es una lámina o membrana formada por dos metales con distintos coeficientes de dilatación, arreglados de tal manera, que al aumentar la temperatura se deforma en la dirección del punto de contacto (metal de menor coeficiente), cerrando el circuito eléctrico y activando la alarma.

- **De conductividad eléctrica**

Estos detectores de temperatura fija se basan en que el sobrecalentamiento o fuego directo percibido por un tramo del cable detector hace disminuir su resistencia eléctrica, lo cual produce un aumento de la corriente eléctrica, que activa una alarma cuando se llega a un valor prefijado. Del mismo modo, este valor se puede alcanzar por una gran elevación de temperatura en un tramo corto o una menor elevación que afecte a un tramo más largo.

- **De aleación fusible**

El elemento detector está formado por una pieza de aleación eutéctica (aquella que tiene una temperatura de fusión constante lo más baja posible) en forma de eslabón, que bloquea un interruptor eléctrico hasta que se alcanza la temperatura de fusión. Al fundirse este elemento, se cierra el circuito y se activa la alarma. Estos dispositivos que emplean metales eutécticos no pueden reponerse; el elemento operativo debe reemplazarse luego de funcionar.

- **De cable termosensible**

Estos aparatos consisten en dos conductores metálicos tensados y separados entre sí por un aislamiento termofusible y todo el conjunto recubierto con una envoltura protectora contra golpes y roces. Cuando se alcanza la temperatura de diseño, se funde el aislamiento y los dos conductores entran en contacto, activándose la alarma.

- **De líquido expandible**

El elemento detector está formado por una ampolla de cuarzo, la cual contiene un líquido especial, que al dilatarse por el calor, revienta y libera una varilla que cierra un circuito eléctrico y activa la alarma.

b) Detectores de tasa de compensación

Un detector de tasa de compensación es un aparato que responde cuando la temperatura del aire ambiente alcanza un nivel predeterminado, sin tomar en cuenta su incremento de temperatura.

c) Detectores de tasa de incremento o termovelocímetros

Estos detectores reaccionan cuando la temperatura aumenta a una velocidad superior a un valor predeterminado. Se elaboran los siguientes tipos:

- **Detector neumático tipo puntual**

En estos detectores el aumento de temperatura provoca la expansión del aire contenido en una cámara interior del detector provista de un diafragma flexible. Al dilatarse el aire contenido en el sistema, la cámara se deforma en el diafragma. Esta deformación provoca que los terminales hagan contacto, cerrando el circuito y activando la alarma.

- **Tubo neumático tipo lineal**

Estos detectores de tasa de incremento utilizan como elemento sensor un tubo de cobre de pequeño diámetro y gran longitud, que se distribuye por el local a proteger y con sus dos extremos conectados a un diafragma flexible de una unidad receptora. El principio de funcionamiento es el mismo que el descrito en el modelo anterior.

- **Detector de conductividad eléctrica**

Es un elemento detector de tipo lineal o puntual, constituido por ciertos compuestos metálicos que varían su resistencia eléctrica con la temperatura. Se emplean normalmente combinados con los de temperatura fija.

d) Detectores combinados

Estos aparatos se diseñan para actuar mediante una combinación con elementos de temperatura fija y tasa de incremento. La ventaja es que, los elementos para tasa de incremento actúan con prontitud a un fuego de rápido desarrollo y los dispositivos termostáticos responden a un incendio de lento desarrollo.

De allí que son ampliamente utilizados en la protección de locales e instalaciones con posibilidad de incendios de desarrollo rápido y lento, así como en locales e instalaciones con humos o vapores que afectarían a detectores de humos. Incluso son resistentes a cambios atmosféricos y la corrosión.

7.7.2.2 Detectores de humo

Los detectores de humo son también conocidos como fotoeléctricos u ópticos; son aparatos que detectan solo humos visibles. Las partículas de humo generadas en un incendio pueden oscurecer o bloquear el medio en el que se propaga un haz de luz, así mismo, pueden dispersar la luz cuando esta se refleja y refracta en estas partículas. De acuerdo a estos principios se pueden fabricar los siguientes tipos:

a) Por oscurecimiento

Este tipo de detector utiliza un emisor de luz y un elemento fotosensor. Cuando las partículas de humo bloquean parcialmente la trayectoria del haz de luz, se reduce la intensidad de luz recibida por el fotosensor. Esta variación es captada por un circuito electrónico que, al llegar a un valor predeterminado genera una señal de iniciación de alarma.

b) Por dispersión de luz

Estos aparatos de igual forma, contienen un emisor de luz y un dispositivo fotosensible, dispuestos de tal forma que los rayos luminosos no incidan normalmente sobre éste. Cuando las partículas de humo entran en el haz de luz, esta se dispersa sobre el dispositivo fotosensible, que al recibir la luz genera una señal que activa la alarma.

c) Cámara de niebla

Estos detectores consisten en una bomba extractora que aspira una muestra de aire de las zonas protegidas y las transporta hacia una cámara de alta humedad dentro del detector. Una vez elevada la humedad de la muestra a un determinado valor, esta se condensa sobre las partículas de humo existentes, formando una niebla en la cámara con una densidad, la cual es medida. Cuando dicha densidad es mayor que un valor prefijado, se produce la respuesta del detector.

7.7.2.3 Detectores de gases de combustión

Estos detectores detectan partículas visibles e invisibles generadas por la combustión. El dispositivo contiene una pequeña celda radioactiva que carga electrónicamente moléculas de aire, creando partículas llamadas iones. Estos iones producen un flujo continuo de corriente eléctrica que se disminuye cuando las partículas de humo se adhieren a estos. Cuando se reduce el flujo de la corriente a un valor inferior del predeterminado se genera la condición de alarma. Según la fuente radiactiva se dividen en detectores de partículas alfa y detectores de partículas beta.

a) Partículas alfa

Estos aparatos se basan en la ionización de las moléculas de aire por partículas alfa (núcleo de átomos de Helio) procedentes de una fuente radiactiva. Son ampliamente utilizadas para combustiones de sólidos, como por ejemplo: plásticos, cables eléctricos, madera, lana, gasolina y demás.

b) Partículas beta

Estos detectores ionizan las moléculas de aire mediante partículas beta (electrones) cuya fuente radiactiva es el Níquel 63. Estos dispositivos son utilizados en la detección de las partículas procedentes de la combustión de alcoholes, los cuales no son detectados por el detector del modelo anterior.

7.7.2.4 Detectores de energía radiante

Estos detectores reaccionan en presencia de la energía radiante que liberan ciertos compuestos al quemarse. El elemento detector reacciona ante la aparición de radiaciones visibles para el ojo humano (entre 4000 y 7000 angstroms) o fuera del espectro de visión humana. Se pueden clasificar en: detectores de llamas y detectores de chispas.

a) Detectores de llama

Estos dispositivos son sensibles a llamas o brasas incandescentes que radian energía de suficiente intensidad que permita la reacción del sensor. Debido a su rápida respuesta, se emplean generalmente en zonas de peligrosidad alta, tales como plataformas de carga de combustibles, áreas de procesos industriales, áreas con techos altos y atmósferas propensas a explosiones o fuegos de desarrollo rápido. Según el tipo de radiación que detectan se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Detector de llama ultravioleta**

Estos detectores usan un tubo al vacío con un fotodiodo Geiger-Muller para detectar la radiación ultravioleta que es producida por la llama. El fotodiodo permite una descarga de corriente que fluye por cada fotón ultravioleta que golpea el área activa del tubo. Cuando el número de descargas de corriente por unidad de tiempo alcanzan un determinado valor, el detector inicia la alarma.

- **Detector de llama de una sola longitud de onda infrarroja**

Este detector usa uno de los diferentes tipos de fotocélulas para detectar las emisiones infrarrojas en bandas de una sola longitud de onda, que son producidos por la llama. Estos aparatos generalmente incluyen accesorios para minimizar falsas alarmas que comúnmente ocurren por emisiones infrarrojas de otras fuentes incandescentes o la luz solar.

- **Detector de llama ultravioleta-infrarroja (UV/IR)**

Estos detectores sensan radiación ultravioleta con un tubo fotodiodo al vacío con una determinada longitud de onda de radiación infrarroja, con una fotocélula y usa una señal combinada para anunciar la presencia de fuego. Estos detectores necesitan la presencia de dos tipos de radiación antes que señal de alarma pueda ser iniciada.

- **Detector de llama de múltiple longitud de onda infrarroja (IR/IR)**

Estos detectores sensan la radiación en dos o más bandas angostas de longitud de onda en el espectro infrarrojo. Estos detectores comparan electrónicamente las emisiones entre las bandas e inician la señal donde la relación entre las dos bandas indique la presencia de fuego.

b) Detectores de chispas

Un detector de chispas regularmente usan un fotodiodo de estado sólido o un fototransistor que sensa la energía radiante emitida por las chispas, típicamente en longitud de onda entre 0.5 micrones y 2.0 micrones en un ambiente normalmente oscuro. Estos detectores puede ser extremadamente sensibles (microvatios), y sus tiempos de respuesta puede ser muy cortos (microsegundos).

7.7.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE DETECTOR AUTOMÁTICO

En los apartados anteriores se establecieron los fundamentos que ayudarán a decidir el sistema de detección a utilizar. Bajo estas consideraciones se determinó que el tipo de detección a aplicar es automática-humana y el detector a usar es de tipo puntual de TEMPERATURA FIJA, debido a las siguientes razones:

1.- La detección automática puede vigilar permanentemente zonas que son difíciles de acceder a la detección humana, como es el caso de las bombas de suministro de diesel y almacenamiento del GLP.

2.- No se puede utilizar detectores de humo, ya que los vapores de agua que se desprenden de las tuberías de drenaje o posibles fugas en las líneas de vapor de la sala de calderos pueden producir falsas alarmas.

3.- No se puede aplicar detectores de gases de combustión, ya que los productos que emanan las chimeneas de los calderos en cierto instante, puede fugar en pequeñas cantidades a la sala y activar la alarma falsamente.

4.- Es adecuado instalar un detector de temperatura, ya que el mismo solo va a sensar este fenómeno sin considerar vapores, polvos, humos visibles o productos de combustión, elementos inherentes en una sala de calderos, que pueden provocar alarmas inexistentes.

5.- Los cambios grandes y repentinos de temperatura son considerados normales en una sala de calderos, por ende, los detectores de tasa de incremento de temperatura no son adecuados para este caso.

7.7.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Los parámetros de diseño se regirán exclusivamente a los detectores ya seleccionados, es decir, a los de tipo puntual de temperatura fija. Aquí se añade un resumen de estos puntos basados en la norma NFPA 72.

- **Clasificación de temperatura**

En zonas de temperaturas elevadas, los detectores de temperatura fija se elegirán tomando un margen entre las temperaturas de funcionamiento y las máximas temperaturas ambientales esperadas en el techo. De acuerdo con esto, en la tabla 2-2.1.1.1 (Anexo 11), para detectores térmicos con una temperatura ordinaria, corresponde un rango de temperatura que va desde 135° F y 174° F, con una temperatura máxima del techo de 100° F.

- **Localización de detectores**

La localización de detectores de temperatura tipo puntual se detalla en el apartado 2-2.2.1 (Anexo 11). Estos detectores se deben colocar en el techo a una distancia no inferior a 4 pulgadas (100 mm) de la pared lateral. También se permite colocarlos sobre las paredes laterales, a una distancia del techo entre 4 y 12 pulgadas (100 y 300 mm). El apéndice A-2-2.2.1 (Anexo 11) muestra una disposición esquemática de cómo instalar este tipo de detectores en una instalación. Todos estos puntos son mandatorios, con las siguientes excepciones:

- En el caso de una construcción con vigas macizas, entre paredes, los detectores se deberán instalar en la base de las vigas.
 - En el caso de construcciones con vigas que sobresalgan del techo menos de 12 pulgadas y su distancia entre centros sea inferior a 8 ft (2.4 m) los detectores pueden instalarse en la base de las vigas.
- **Espaciamiento entre detectores**

El espaciamiento entre detectores de temperatura depende entre otros factores de: el tipo y altura del techo y la sensibilidad de los dispositivos.

El techo en todas las instalaciones de la sala de calderos de SOLCA se considerará como una estructura lisa. Para estructuras de techos lisos se tendrá que cumplir una de las dos reglas siguientes, encontradas en el literal 2-2.4.1.1 (Anexo 11):

- La distancia entre detectores no debe exceder el espaciamiento registrado y estarán a una distancia máxima de las paredes laterales en dirección perpendicular, de la mitad del espacio registrado y extendiéndose su campo de instalación, desde su colocación sobre el techo, hasta 18 pulgadas colgando por debajo de él.
- La distancia de cualquier punto del techo al detector más próximo será como máximo 0.7 veces el espacio registrado entre los detectores a instalar. Esta regla es útil para pasillos y zonas irregulares.

Debido que el aire al ascender durante un incendio es diluido por las corrientes de aire frías, los detectores térmicos son instalados muy juntos en techos altos para conseguir el mismo tiempo de respuesta (sensibilidad) que el que proporcionarían en un techo de 3 metros de altura. La norma NFPA 72E en el apéndice B-3.3.2 (b) (Anexo 11) exige la reducción del espacio registrado cuando los detectores de calor están montados en techos de más de 3 metros de altura.

7.7.5 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA LA SALA DE CALDEROS

Para determinar el espaciamiento requerido entre los detectores para la sala de calderos de SOLCA es necesario primeramente incluir algunas definiciones de términos que se usarán:

Tasa de crecimiento de fuego (tg): La tasa de crecimiento de fuego es el tiempo que tarda un incendio en llegar a una tasa de liberación de calor determinada.

Tasa de liberación de calor (Qd): La tasa de liberación de calor es la medida de desprendimiento de calor que caracteriza un fuego sea en Btu/seg o Kw.

Un incendio experimental producido por un líquido inflamable localizado a 3 ft del piso tiene una tasa de liberación de calor de aproximadamente 1200 Btu/seg. Sin embargo, el apéndice B-3.3.2 (a) de la norma NFPA 72E (Anexo 11) determina tasas de desprendimiento de calor de 1000 Btu/seg, 750 Btu/seg, 500 Btu/seg, 250 Btu/seg y 100 Btu/seg para distintos tipos de crecimiento de fuego. Estos tipos de fuegos son los siguientes: De desarrollo rápido, medio y lento.

Fuego de desarrollo rápido: Son aquellos incendios que necesitan menos de 150 segundos para liberar 1000 Btu/seg de calor.

Fuego de desarrollo medio: Son determinados incendios que necesitan entre 150 y 400 segundos para desprender 1000 Btu/seg de calor.

Fuego de desarrollo lento: Son incendios que necesitan más de 400 segundos para liberar 1000 Btu/seg de calor.

El almacenamiento de los líquidos combustibles en este cuarto, especialmente el del gas licuado de petróleo, que tiene una capacidad de arder más rápidamente que el diesel, hace concluir que en la sala de calderos de SOLCA puede producirse un incendio de desarrollo rápido.

Se considerará una tasa de liberación de calor de 500 Btu/seg, ya que se desea que el incendio se detecte lo más rápidamente posible, es decir, cuando el fuego esté en su etapa inicial.

El espacio registrado a usar debería ser de 50 ft, según literal 2-2.1.2 (Anexo 11), sin embargo, ya que los techos de los locales no son muy altos, no se requiere detectores con alta sensibilidad, por lo que, se consideran espacios registrados inferiores que 50 ft. En este caso, se procederá a reducir el espaciamiento calculado, de acuerdo a la tabla B-3.3.2 (b) (Anexo 11).

La altura del techo de la sala de calderos de SOLCA es aproximadamente 15.1 ft (4.6 m). Con todas estas consideraciones, los datos para el cálculo serán los siguientes:

Tipo de detector: Temperatura fija

Espaciamiento registrado: 25 ft

Altura del techo: 15.1 ft

Tasa de liberación de calor: $Q_d = 500$ Btu/seg

Tasa de crecimiento del fuego: $t_g < 150$ segundos (desarrollo rápido)

El espaciamiento entre detectores, según la tabla B-3.3.2 (a) será igual a:

$$S = 17 \text{ ft}$$

En este caso para un espaciamiento registrado de 25 ft e incendio de desarrollo rápido, la tabla B-3.3.2 (b) indica un factor de corrección del 76 %. Por tanto, el espaciamiento real de la instalación será:

$$S = 17 * 0.76 = 12.92 \approx 13 \text{ ft}$$

En la figura 7.2 se puede observar la ubicación de los detectores de temperatura fija en la sala de calderos de SOLCA.

7.7.6 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA LA SALA DE GENERADORES

En la sala de generadores se encuentran instalados dos tanques de diesel, este combustible tiene una capacidad de arder moderada, por ende se considera que en este local solo podría existir un incendio de desarrollo medio. Se selecciona igualmente detectores de temperatura fija, que serán montados en un techo no muy alto con estructura lisa.

Tipo de detector: Temperatura fija

Espaciamiento registrado: 25 ft

Altura del techo: 15.1 ft

Tasa de liberación de calor: $Q_d = 500$ Btu/seg

Tasa de crecimiento del fuego: $t_g = 250$ segundos (desarrollo medio)

El espaciamiento entre detectores para la sala de generadores será igual a:

$$S = 17 \text{ ft}$$

Según la tabla B-3.3.2 (b) la reducción del espaciamiento modificado es del 78%, por lo que la distancia real entre detectores será:

$$S = 17 * 0.78 = 13.26 \approx 13 \text{ ft}$$

Este espaciamiento establece que se deben montar dos detectores de temperatura en la sala de generadores, tal como se aprecia en la figura 7.2.

7.7.7 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

Debido a la condición que el gas licuado de petróleo arde rápidamente, se considera que en el área de almacenamiento de este combustible puede producir un incendio de desarrollo rápido. La altura del techo para este local es muy bajo, aproximadamente de 8 ft (2.5 m), por lo que el espaciamiento registrado se considerará únicamente de 15 ft.

Tipo de detector: Temperatura fija

Espaciamiento registrado: 15 ft

Altura del techo = 2.5 m. (8 pies)

Tasa de liberación de calor: $Q_d = 500$ Btu/seg

Tasa de crecimiento del fuego: $t_g < 150$ segundos (rápido)

En la tabla B-3.3.2 (a) se determina que el espaciamiento entre detectores será:

$$S = 21 \text{pies}$$

La reducción del espaciamiento modificado para estos detectores es del 45%. Este resultado determina requerir un solo detector ubicado en el centro del cuarto, tal como se observa en la figura 7.3.

$$S = 21 * 0.45 = 9.5 \text{ft} \approx 10 \text{ft}$$

7.7.8 SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIOS PARA EL CUARTO DE BOMBAS

Se considera que en este cuarto se podrá tener un incendio de desarrollo medio, debido solamente a la presencia del diesel. La altura del techo es baja y de estructura lisa.

Tipo de detector: Temperatura fija

Espaciamiento registrado: 15 ft

Altura del techo = 2.5 m. (8 pies)

Tasa de liberación de calor: $Q_d = 500$ Btu/seg

Tasa de crecimiento del fuego: $t_g = 250$ segundos (medio)

La tabla B-3.3.2 (a) establece que la distancia entre detectores será igual a :

$$S = 21 \text{pies}$$

Mediante la tabla B-3.3.2 (b) la reducción del espaciamiento registrado para estos detectores es del 55%. La figura 7.3 muestra la ubicación del único detector de temperatura a instalar en este sitio.

$$S = 21 * 0.55 = 11.5 \approx 12 \text{ft}$$

Figura 7.2 Espaciamiento de detectores de temperatura para la sala de calderos y generadores

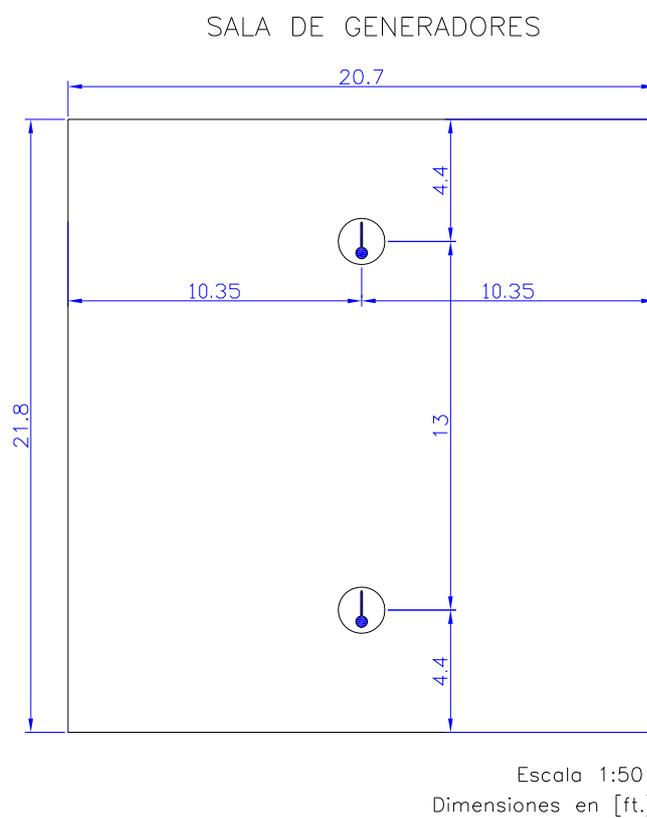
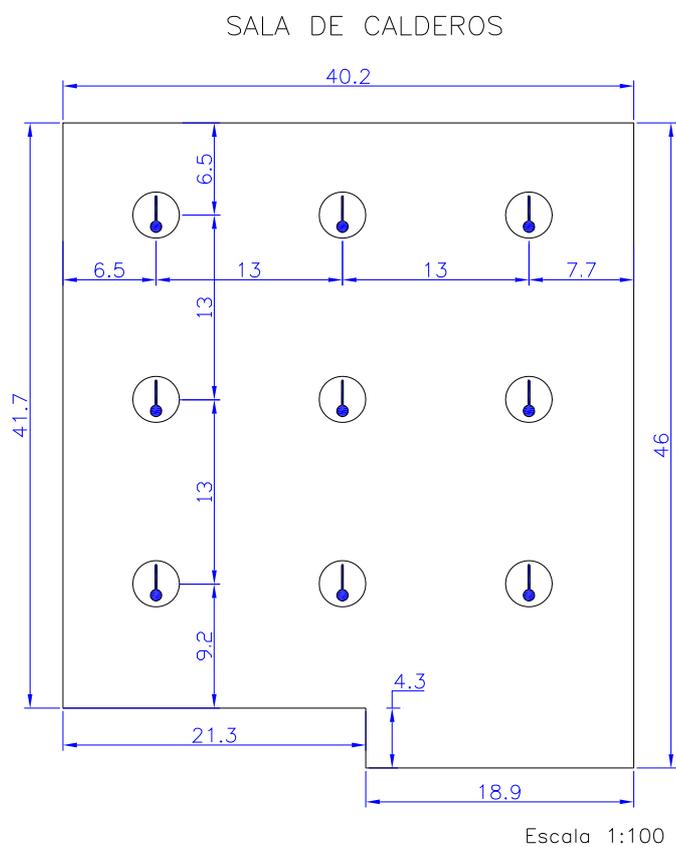
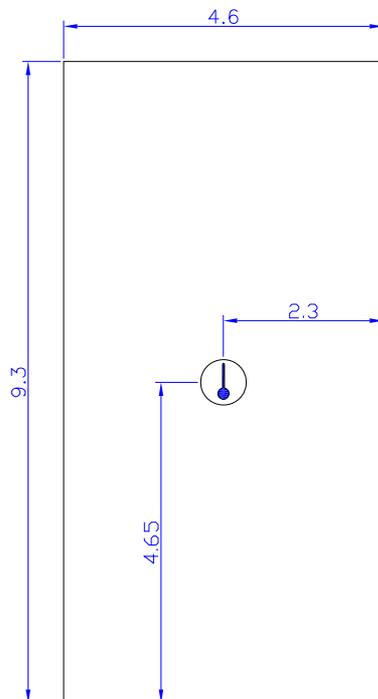
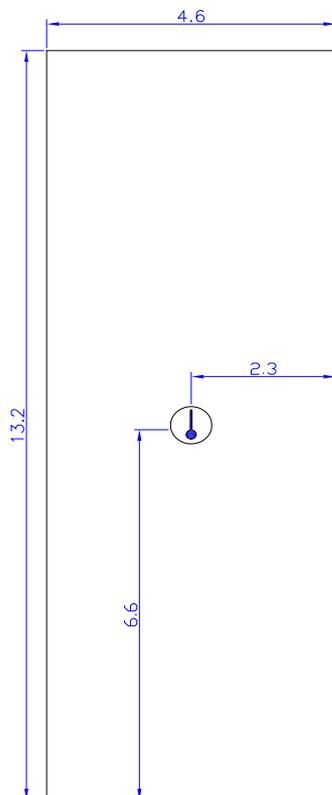


Figura 7.3 Espaciamiento de detectores de temperatura para las áreas de almacenamiento de GLP y cuarto de bombas de diesel

ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GLP



CUARTO DE BOMBAS DE DIESEL



Escala 1:20
Dimensiones en [ft.]

7.7.9 SISTEMA DE ALARMA

Un sistema de alarma pretende la instalación de una alarma audible en todas las dependencias, y la posibilidad de accionar la misma desde todos los sectores por el personal que descubra un incendio. En base a ello, la sala de calderos de SOLCA y todas sus áreas confines deberán contar con:

- 1.- Pulsadores de alarma
- 2.- Alarma de tipo acústica

Los pulsadores de alarma deberán colocarse en cajas con cristal inastillable, fácilmente rompible, ubicados en lugares en que se pueden observar fácilmente y libre de obstrucciones. Además, deben instalarse en sectores que contengan cantidades apreciables de materiales combustibles. En la norma NFPA 72, sección 2-8.1 (Anexo 11) establece que los pulsadores deben montarse a una distancia mayor que 3½ ft (1.1 m) y no menor que 4½ ft (1.37) por encima de nivel del piso.

La alarma de tipo acústica deberá colocarse en un sector fácilmente audible para el personal de trabajo; es aconsejable ubicarlos en espacios altos que permitan percibir la señal en todo el edificio.

Para el sistema de alarma, la sala de caldero de SOLCA requerirá los siguientes equipos principales y complementarios:

- Tres pulsadores de alarma, que se ubicarán de la siguiente manera: El primero, en la columna que da al exterior de la sala de generadores, el segundo, en el pasillo para ingreso hacia las bombas de abastecimiento de diesel, aproximadamente a 2 metros de la puerta. Finalmente, el último se montará en la columna principal para entrada al cuarto de almacenamiento de GLP. La ubicación de las cajas manuales para activación de alarma se pueden observar en el plano PSCS-3 (Ver nota C).

- La alarma de incendio se montará en la parte elevada de la sala de calderos, donde pueda ser escuchada por todo el personal del Hospital.
- La instalación estará alimentada eléctricamente, como mínimo, por dos fuentes de suministro, de las cuales la principal será la red general del Hospital. La fuente secundaria podrá ser determinada solo para esta instalación o común con los otros sistemas de protección contra incendios.
- La central de detección se ubicará en el pasillo principal del edificio de la sala de calderos, y estará conectado mediante alambre de doble hilo a los pulsadores y a los detectores.

El presente proyecto, en relación a los circuitos eléctricos, establece seguir los lineamientos básicos que dictan las normas NFPA 70 y 72, tanto para las instalaciones de rociadores automáticos como para el sistema de detección y alarma. Los detalles de las instalaciones eléctricas no se presentan, ya que es una rama de especialización de ingeniería electrónica.

7.8 COSTOS DEL PROYECTO

Los costos del proyecto se efectúan en dos partes: la primera establece los costos de instalación del sistema de rociadores automáticos, y la segunda se refiere al sistema de detección y alarma. NOTA: Los precios no incluye el I.V.A.

7.8.1 TIEMPO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Tabla 7.1 Tiempo estimado de instalación del proyecto

MATERIALES		Cantidad	Unidad	Tiempo de	Tiempo
No.	DESCRIPCIÓN			instalación	total
				[min.]	[h.]
1	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1" ASTM A53 Grado B	21	m	30	10.50
2	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1 ¼" ASTM A53 Grado B	18	m	30	9.00
3	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1 ½" ASTM A53 Grado B	8	m	30	4.00
4	Tubería de acero negro sin costura diámetro 2" ASTM A53 Grado B	4	m	60	4.00
5	Tubería de acero negro sin costura diámetro 2 ½" ASTM A53 Grado B	9	m	60	9.00
6	Tubería de acero negro sin costura diámetro 3" ASTM A53 Grado B	24	m	60	24.00
7	Tubería de acero negro sin costura diámetro 4" ASTM A53 Grado B	1	m	60	1.00
8	Codo hierro negro, diámetro 1"	9	U	15	2.25
9	Codo hierro negro, diámetro 1 ¼"	6	U	15	1.50
10	Codo hierro negro, diámetro 1 ½"	2	U	15	0.50
11	Codo hierro negro, diámetro 3"	8	U	30	4.00
12	Tee hierro negro diámetro 1"	2	U	20	0.67
13	Tee hierro negro diámetro 1 ¼"	3	U	20	1.00

14	Tee hierro negro diámetro 1 ½"	2	U	20	0.67
15	Tee hierro negro diámetro 2"	1	U	20	0.33
16	Tee hierro negro diámetro 2 ½"	1	U	40	0.67
17	Tee hierro negro diámetro 3"	5	U	40	3.33
18	Tee hierro negro diámetro 4"	1	U	40	0.66
19	Reducción hierro negro 1 ¼" x 1"	3	U	15	0.75
20	Reducción hierro negro 3" x 1"	2	U	30	1.00
21	Reducción hierro negro 1 ½" x 1 ¼"	2	U	15	0.50
22	Reducción hierro negro 2 ½" x 1 ½"	1	U	30	0.50
23	Reducción hierro negro 3" x 1 ¼"	1	U	30	0.50
24	Reducción hierro negro 2" x 1 ½"	1	U	15	0.25
25	Reducción hierro negro 2 ½" x 2"	1	U	30	0.50
26	Reducción hierro negro 3" x 2 ½"	1	U	30	0.50
27	Reducción hierro negro 2" x 1¼"	1	U	15	0.25
28	Reducción hierro negro 4" x 1¼"	1	U	30	0.5
29	Reducción hierro negro 3" x 1¼"	1	U	30	0.5
30	Válvula check , Clase 150, 1"	1	U	20	0.33
31	Válvula check, Clase 150, 1¼"	1	U	20	0.33
32	Válvula check, Clase 150, 3"	1	U	30	0.50
33	Válvula de bola, Clase 150, 1"	2	U	20	0.67
34	Neplo hierro negro, 10 cm, ½"	9	U	15	2.25
35	Neplo hierro negro, 10 cm, 1 ¼"	4	U	15	1.00
36	Neplo hierro negro, 10 cm, 1 ½"	2	U	15	0.50
37	Neplo hierro negro, 20 cm, 2"	2	U	30	1.00
38	Neplo hierro negro, 20 cm, 2 ½"	2	U	30	1.00
39	Neplo hierro negro, 20 cm, 3"	4	U	30	2.00
40	Brida tipo slip on de hierro negro, 4"	4	U	30	2.00
41	Brida tipo slip on de hierro negro, 3"	7	U	20	2.33
42	Pernos hierro negro, diámetro ⅝" x 2 ½" con tuerca y arandelas planas	44	U	5	3.66
43	Válvula de Compuerta OS & Y, 3"	2	U	30	1.00

44	Válvula de Compuerta OS & Y, 4"	1	U	30	0.50
45	Válvula de Compuerta, Clase 1¼"	2	U	20	0.67
46	Instalación bombas de incendios	1	U	4800	80.00
47	Instalación del tanque de espuma	1	U	1920	32.00
Tiempo total estimado de instalación					214.57

7.8.2 COSTOS DE MATERIALES

Tabla 7.2 Costos de materiales del proyecto

MATERIALES		Cantidad	Unidad	Unitario [USD]	Total [USD]
No.	DESCRIPCIÓN				
1	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1" ASTM A53 Grado B	21	m	4.59	96.39
2	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1 ¼" ASTM A53 Grado B	18	m	6.22	111.96
3	Tubería de acero negro sin costura diámetro 1 ½" ASTM A53 Grado B	8	m	7.42	59.36
4	Tubería de acero negro sin costura diámetro 2" ASTM A53 Grado B	4	m	8.81	35.24
5	Tubería de acero negro sin costura diámetro 2 ½" ASTM A53 Grado B	9	m	13.96	69.80
6	Tubería de acero negro sin costura diámetro 3" ASTM A53 Grado B	24	m	18.27	438.48
7	Tubería de acero negro sin costura diámetro 4" ASTM A53 Grado B	1	m	25.41	25.41
8	Codo hierro negro, diámetro 1"	9	U	1.01	9.09
9	Codo hierro negro, diámetro 1 ¼"	6	U	1.66	9.96
10	Codo hierro negro, diámetro 1 ½"	2	U	2.18	4.36
11	Codo hierro negro, diámetro 3"	8	U	11.00	88.00
12	Tee hierro negro, diámetro 1"	2	U	1.56	3.82
13	Tee hierro negro, diámetro 1 ¼"	3	U	2.57	9.51
14	Tee hierro negro, diámetro 1 ½"	2	U	3.15	7.78

15	Tee hierro negro, diámetro 2"	1	U	4.60	4.60
16	Tee hierro negro, diámetro 2 ½"	1	U	9.26	9.26
17	Tee hierro negro, diámetro 3"	5	U	12.26	61.3
18	Tee hierro negro, diámetro 4"	1	U	24.77	24.77
19	Reducción hierro negro, 1 ¼" x 1"	3	U	1.47	4.41
20	Reducción hierro negro, 3" x 1"	2	U	10.36	20.72
21	Reducción hierro negro, 1 ½" x 1 ¼"	2	U	1.87	3.74
22	Reducción hierro negro, 2 ½" x 1 ¼"	1	U	5.75	5.75
23	Reducción hierro negro, 3" x 1 ¼"	1	U	8.65	8.65
24	Reducción hierro negro, 2" x 1 ½"	1	U	2.73	2.73
25	Reducción hierro negro, 2 ½" x 2"	1	U	4.07	4.07
26	Reducción hierro negro, 3" x 2 ½"	1	U	6.85	6.85
27	Reducción hierro negro, 2" x 1 ¼"	1	U	2.73	2.73
28	Reducción hierro negro 4" x 1¼"	1	U	28.16	28.16
29	Reducción hierro negro 3" x 1¼"	1	U	21.26	21.26
30	Válvula check, Clase 150, 1"	1	U	89.50	89.50
31	Válvula check, Clase 150, 1¼"	1	U	70.67	70.67
32	Válvula check, Clase 150, 3"	1	U	335.68	502.40
33	Válvula de bola, Clase 150, 1"	2	U	45.67	91.34
34	Neplo Hierro negro, 10 cm, ½"	9	U	1.00	9.00
35	Neplo Hierro negro, 10 cm, 1 ¼"	4	U	1.75	7.00
36	Neplo Hierro negro, 10 cm, 1 ½"	2	U	2.00	4.00
37	Neplo Hierro negro, 20 cm, 2"	2	U	2.25	4.50
38	Neplo Hierro negro, 20 cm, 2 ½"	2	U	5.15	10.30
39	Neplo Hierro negro, 20 cm, 3"	4	U	8.00	32.00
40	Brida tipo slip on de hierro negro, 4"	4	U	21.26	42.52
41	Brida tipo slip on de hierro negro, 3"	7	U	15.92	254.72
42	Válvula de compuerta, Clase150, 1¼"	2	U	17.96	35.92
43	Pernos hierro negro, diámetro 5/8" x 2 ½" con tuerca y arandelas	44	U	2.50	180.00
44	Manómetro, dial 4", 0-300 Psi	2	U	68.74	137.48
Costo total de materiales					2,578.11

7.8.3 COSTOS DE EQUIPOS IMPORTADOS

Los costos de equipos importados se subdividen en: en una cotización del sistema de dispersión de espuma, y el sistema de bombeo contra incendios.

7.8.3.1 Costos del sistema de dispersión de espuma

Tabla 7.3 Costos del sistema de dispersión de espuma

No.	DESCRIPCIÓN	Precio Unidad [USD]	Cantidad	Total [USD]	Total** [USD]
1	Tanque de membrana vertical para espumógeno AFFF Aprobado UL/FM/CE y ASME Incluye: Válvula de llenado y drenaje de agua, válvula de corte línea de llenado, válvula de llenado y drenaje de espumógeno, válvula de corte de copa para llenado y visor, Mirilla de inspección, válvula de ventilación exterior membrana, válvula de ventilación interior membrana, válvula de seguridad Capacidad: 50 galones	14743.11	1	14743.11	15332.83
2	Espumógeno por galón Aer-O-Water 3EM al 3%	46.16	46	2123.36	2208.29
3	Proporcionador Modelo: VF3NWAFFF-MS Entre Bidas 3"/80 mm	1639.24	1	1639.24	1704.81
4	Rociador Modelo VK102 Tipo Pendiente ½" NPT Cuerpo de bronce, K = 5,6	12.38	9	111.42	115.88

7.8.3.2 Costos de sistema de bombeo contra incendios

Tabla 7.4 Costos del sistema de bombeo contra incendios

No.	DESCRIPCIÓN	Precio Unidad [USD]	Cantidad	Total [USD]	Total** [USD]
5	Bomba contra incendio Marca: ARMSTRONG Tipo: Vertical en línea Modelo: 4X3 LA-F Flujo: 200 Gpm, Presión 60 Psi Velocidad: 3550 rpm Bomba y motor aprobada FM/UL Motor: 15 Hp Voltaje del motor: 230/460	5951	1	5951	6189.04
6	Bomba jockey Marca: ARMSTRONG Tipo: Vertical multietapas Modelo: VMS 1504 Flujo: 5 Gpm, Presión 70 Psi Motor: 1.5 Hp Voltaje del motor: 230/360 Control de la bomba: Marca Firetrol Modelo: FTA500-AF11A	3447.9	1	3447.9	3585.82
7	Válvula de compuerta OS&Y, 3" Modelo 8462OSY	588.84	2	1177.68	1224.79
8	Válvula de compuerta OS&Y, 4" Modelo 8463OSY	636.13	1	636.13	661.58
Costo total de equipos importados					31,023.03

** Este valor incluye: el costo del flete, los seguros internacionales, el costo de descarga en el muelle y los aranceles internos

7.8.4 COSTOS DE EQUIPOS ALQUILADOS

Tabla 7.5 Costos del equipos alquilados

No.	EQUIPO	Cantidad	Tarifa [USD]	Costo/Hora [USD]	Tiempo [h.]	Costo [USD]
1	Equipo de soldar Marca ARCWELDER, INDURA tipo semi-industrial, 250 amperios, tres fases, dos años de servicio	2	1	2	214.57	429.14
2	Equipo de oxicorte Varias marcas, completos, con sistema de transporte	1	0.4	0.4	214.57	85.83
3	Andamio Equipo completo	6	0.07	0.42	214.57	90.12
4	Amoladora Marca ISKRA PERLES, 4.5", tipo industrial, tres años de servicio	2	0.25	0.5	214.57	107.29
5	Tecele Origen China, 3 toneladas de capacidad, dos años de servicio	1	0.25	0.25	214.57	53.64
6	Herramienta menor Completo stock de llaves de tubo, de boca, martillos, brocas, taladro, etc, en varias marcas	3	0.25	0.75	214.57	160.93
Costo total de equipos alquilados						926.94

7.8.5 COSTOS DEL PERSONAL

Tabla 7.6 Costos del personal

No.	PERSONAL	Cantidad	Jornal/Hora [USD]	Costo/Hora [USD]	Tiempo [h.]	Costo [USD]
1	Ingeniero	1	5	5	214.57	1072.85
2	Oficial 1	2	4	8	214.57	1716.56
3	Oficial 2	2	4	8	214.57	1716.56
4	Ayudante	1	2	2	214.57	429.14
Costo total del personal						4,935.11

7.8.6 RESUMEN DE COSTOS DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Tabla 7.7 Resumen de costos del sistema de rociadores

No.	DESCRIPCIÓN	Costo [USD]
1	Costos de materiales	2,578.11
2	Costos de equipos importados	31,023.03
3	Costos de equipos alquilados	926.94
4	Costos del personal	39463,19
Subtotal		3,946.31
Imprevistos (10%)		4256.90
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS		43,409.50

7.8.7 COSTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA

Tabla 7.8 Resumen de costos del sistema de detección y alarma

EQUIPO		Cantidad	Unidad	Precio**	Precio
No.	DESCRIPCIÓN			Unitario	total
				[USD]	[USD]
1	Central de detección de incendios convencional para 8 zonas, provista de salidas para alarma, detectores y pulsadores	1	U	503.05	503.05
	Fuente de alimentación de 27.6 voltios/ 5 amperios. Incluye caja metálica	1	U	175.03	175.03
2	Detectores de temperatura fija para espacio registrado UL de 25 ft, sensibilidad media, con base	11	U	30.04	330.49
3	Detectores de temperatura fija para espacio registrado UL de 15 ft, sensibilidad alta, con base	2	U	36.25	72.50
4	Sirena exterior de color rojo, circuito a 24 voltios	1	U	93.72	93.72
5	Pulsador de incendios convencional de color rojo.	3	U	24.81	74.42
6	Tubería conduit tipo E.M.T, diámetro ½" para canalización de cables	80	m	1.40	112.00
7	Cable AWG No. 18	80	m	0.35	28.00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA					1,389.21

** Este valor incluye: el costo del flete, los seguros internacionales, el costo de descarga en el muelle y los aranceles internos. A excepción del ítem 7 que es compra local

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- La sala de calderos de SOLCA presenta un riesgo de tipo intolerable que se encuentra en el sector lateral del caldero No. 2, el espacio de circulación es bastante pequeño provocado por el paso de la línea de agua potable; un contacto entre la cabeza del trabajador con la tubería es casi inminente.
- El Hospital de SOLCA no cuenta con un equipo de protección personal completo para todas las labores que exige una sala de calderos, es necesaria la adición de equipos nuevos para trabajos eléctricos y para manejo de combustibles.
- La señalización ubicada en las instalaciones y en las tuberías de la sala no es suficiente, únicamente se cuenta con señales de seguridad para los extintores montados en la parte externa de la sala y con flechas indicativas de la dirección del flujo en las tuberías.
- Los extintores instalados cumplen con las exigencias en ubicación, tipo y número, que necesita una sala que almacena calderos industriales. De la misma forma las paredes, el piso y techo poseen las características para soportar el fuego, durante el tiempo que determina la norma pertinente.
- La distribución de los calderos cumple con las dimensiones que debe reunir una sala de máquinas, que permita contener los equipos restantes propios de la instalación, y brinde las facilidades a las personas que realizan mantenimiento y supervisión de toda la maquinaria, para que estas no corran peligro de accidente alguno.

- La ventilación es uno de los principales problemas que presenta la sala. Todas las entradas de aire cumplen con el área mínima que establece la norma. Sin embargo, debido a la mala distribución y desiguales secciones provocan una ventilación centralizada sólo en parte frontal de los calderos y no en toda la sala.
- La sala de calderos no cumple con los requerimientos mínimos de luminosidad. Existen sectores en que se miden bajos valores de luxes, especialmente en los sitios más alejados de la sala y en los lugares donde el puesto de trabajo se encuentra casi a nivel del suelo, como es el caso de las purgas de fondo.
- La sala de calderos no cumple con las normativas mínimas en relación a los niveles de ruido en los puestos de trabajo. Las personas que trabajan en las oficinas de mantenimiento están soportando alrededor de 2 [dB] por encima del límite permisible. Estas corren el riesgo de padecer alguna enfermedad profesional que afecte a la integridad de las mismas.
- La principal causa de accidentes y averías que se pueden producir en calderos pirotubulares es la mala calidad del agua de alimentación. Este se traduce en depósitos calcáreos que se rodean en los tubos o se incrustan en las placas tubulares, produciendo una transferencia de calor defectuosa, sobrecalentamiento, que a su vez es causa de plasticidad o fisuras.
- No se cuenta en nuestro país, con un Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial para calderos pirotubulares, que establezca requerimientos de seguridad para la conducción de estos aparatos, logrando con ello, la protección de personas, equipos e instalaciones. El reglamento que se incluye en el presente proyecto puede ser aplicado no solo para la sala de calderos de SOLCA, sino para cualquier cuarto de calderos.

- La protección contra incendios en la sala de calderos de SOLCA no tiene mucha confiabilidad, debido principalmente a la carencia de una instalación fija automática contra incendios, y porque en este sector, la detección y actuación frente al fuego es humana.
- El costo de la instalación del sistema de rociadores es aproximadamente 43.000 USD, precio mucho mayor que el costo del sistema de detección y alarma, 1.400 USD. El precio del primero como se conoce, incluye el sistema de detección (rociadores) y el sistema de actuación (instalación fija agua/espuma), mientras que el segundo solo incluye el sistema de detectores, dado que la actuación se presume realizar manualmente.

8.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable en el Hospital, la creación de un Departamento de Seguridad e Higiene Industrial que esté a cargo así mismo, de un Jefe de Seguridad Industrial designado previamente; el cual lleve a cabo programas preventivos y dé seguimiento a los riesgos de trabajo, investigación de accidentes y enfermedades profesionales que se pueden presentar en las instalaciones.
- Es importante realizar capacitación y entrenamiento a los trabajadores del Hospital sobre los siguientes aspectos: reconocimiento de peligros, uso de equipos de protección personal, utilización de extintores, manejo de combustibles y manejo de evacuación y emergencia, entre los principales. Estos puntos tienen que estar incluidos en un cronograma de actividades y presupuestado en las actividades que realice el Hospital.
- El sistema de rociadores automáticos es el sistema más aconsejable a instalar en la sala de calderos de SOLCA ya que la extinción del fuego se realizará de forma automática, sin necesidad de la intervención humana, lo que mejora la rapidez de detección.

- El sistema de detección y alarma deberá funcionar con detectores de temperatura fija, ya que estos solo sensarán el calor producto por el incendio, y evitarán falsas alarmas que se pueden producir por vapores, o gases de combustión, que son inherentes en una sala de calderos.
- Es recomendable instalar como primera opción, una instalación fija de rociadores automáticos y como segunda alternativa un sistema de detección y alarma. El primero, contará con un sistema proporcionador de espuma tipo Bladder, una bomba contra incendios que suministrará el agua al tanque y al regulador proporcionador, para que éste cumpla la función de realizar la mezcla espuma/agua, que se transportará por las tuberías y se descargará por medio de los rociadores. La segunda alternativa consistirá en un sistema de pulsadores y detectores de tipo temperatura fija conectados a una central de detección, que enviará las señales pertinentes para activación de una alarma de tipo sonora.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, Francisco. La Seguridad en Calderos. Editorial Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. 1996.
- COMECHE, Salvador. Prevención y Protección contra incendios. Tercera edición. España. 1980.
- GARCÍA, Ricardo. Salas de calderas. Segunda edición. España. 2001.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Segunda edición. Ecuador. 2005.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Volumen 2. Sección F-O. Tercera Edición. España. 1989.
- SPIRAX SARCO. Documentación técnica. Guías de referencia técnicas. Calderos y Accesorios. Colombia. 2002.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 10. Standard for Portable Fire Extinguishers. USA. 1998.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 11. Standard for Low-Expansion Foam. USA. 1998.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 13. Standard for the Installation of Sprinkler System. USA. 1999.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 15. Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection. USA. 1996.

- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 16. Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems. USA. 1999.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 20. Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. USA. 1999.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 72. National Fire Alarm Code. USA. 1999.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 704. Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. USA. 1996.
- KIDDE FIRE FIGHTING. National Foam Engineering Manual. Section 2. USA. 2003.
- UNE 9-013-92. Sala de calderas. Editorial AENOR. España.1992.
- UNE 100.020. Climatización en la sala de máquinas. Editorial AENOR. España.1989.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. Decreto Ejecutivo No. 2393. RO/565. Ecuador.1986.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma NTE INEN 439. Colores, señales y símbolos de seguridad. Ecuador. 1984.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma NTE INEN 440. Colores de identificación de tuberías. Ecuador. 1984.

- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Norma Básica de la Edificación sobre condiciones de Protección contra Incendios en los edificios. NBE-CPI-96. España. 1996.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Real Decreto 773/1997. España. 1997.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los locales de trabajo. Real Decreto 486/1997. España. 1997.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Valoración del estrés térmico: WBGT. Norma NTP 322. España.1997.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Protección contra incendios en salas de máquinas. Norma ITE 02.15.7. España 1998.

ANEXOS

ANEXO No. 1

**LISTA NO EXHAUSTIVA DE RIESGOS
LABORALES**

**LISTA NO EXHAUSTIVA DE RIESGOS LABORALES EN LA SALA
DE CALDEROS DE “SOLCA”**

NUM.	RIESGO	DESCRIPCIÓN
1	Orden, Aseo y Limpieza	Falta de limpieza en maquinaria, equipos, tuberías y piso de cualquier instalación.
2	Espacio inadecuado	Se produce cuando el espacio es limitado para realizar labores de operación en la sala o simplemente para transitar.
3	Caídas de personas al mismo nivel	Caídas en lugares de paso o superficies de trabajo y caídas sobre apoyos o estructuras.
4	Caída de personas a diferente nivel	Caídas desde alturas como chimeneas, escaleras portátiles, tuberías aéreas, etc.; así como en profundidades.
5	Caída de objetos por manipulación	Caídas de herramientas, materiales, sobre un trabajador, siempre que el accidentado sea la misma persona a la cual le ha caído el objeto que estaba manipulando.
6	Caída de objetos desprendidos	Caídas de herramientas, materiales sobre un trabajador, siempre que éste no los estuviere manipulando.
7	Golpes contra objetos inmóviles	El trabajador que se golpea contra algo que no está en movimiento.
8	Temperaturas extremas	Temperaturas altas que pueden producir estrés térmico en el personal.
9	Contactos térmicos	Se pueden presentar por un contacto con superficies calientes.
10	Contactos eléctricos	Generados por la electricidad, y producidos por conexiones y cables deteriorados.
11	Explosiones	Causada por la onda explosiva, que puede ser catastrófico.

12	Incendios	Efectos del fuego, provocadas por presencia de fuentes de ignición.
13	Sustancias que pueden causar daño al inhalarse	Atmósfera tóxica o ingestión de productos tóxicos.
14	Sustancias que puede provocar daño al ponerse en contacto con la piel	Sustancias que en contacto con la piel pueden producir tipo de irritación.
15	Agentes químicos	Están constituidos por materia inerte y pueden estar presentes en el aire en forma de polvo, gas, vapor, humo, niebla, etc.
16	Agentes físicos	Están constituidos por diversas manifestaciones energéticas como ruido, iluminación, vibraciones, etc.
17	Agentes biológicos	Están constituidos por seres vivos como virus, bacterias, hongos o parásitos.

ANEXO No. 2

**NORMAS EXTRANJERAS APLICABLES A LA
SALA DE CALDEROS**

<p style="text-align: center;">NORMA ESPAÑOLA</p>	<p style="text-align: center;">Sala de calderas</p>	<p style="text-align: center;">UNE 9-013-92</p>
<p>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</p> <p>Esta norma tiene por objeto describir las condiciones que deben cumplir las instalaciones relativas a calderas de vapor de presión de servicio superior a 98 kPa (1 kgf/cm²) y calderas en fase líquida con temperaturas de salida superior a 110 °C.</p> <p>2 NORMAS PARA CONSULTA</p> <p>UNE 9-076 - <i>Instalación de combustibles líquidos para alimentación de calderas.</i></p> <p>3 DEFINICIONES</p> <p>3.1 sala de calderas: Es el local o recinto donde están instaladas las calderas.</p> <p>4 REQUISITOS GENERALES PARA INSTALACIONES INTERIORES</p> <p>4.1 Dimensiones</p> <p>La sala de calderas debe ser de dimensiones suficientes para facilitar la ejecución de todas las operaciones de mantenimiento, funcionamiento y supervisión de las calderas allí situadas.</p> <p>Las zonas para el mantenimiento y conducción de la instalación deben disponer de una altura libre sobre el suelo de maniobra de 2 m y de paso libre de 1 m de anchura mínima. Para las demás zonas, se considera suficiente un paso libre de 0,50 m de anchura.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 4</i></p>		
<p>Secretaría del CTN SERCOMETAL</p>	<p>Esta 1ª Revisión anula y sustituye a la anterior de fecha diciembre de 1982</p> <p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas a AENOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>	

UNE 9-013-92

Boiler's room.
Salle de chaudières.

© AENOR 1992

Depósito legal: M 13 683-92

Grupo 2

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A JORGE ANDRES ROSERO

4.2 Accesibilidad

En los accesos a la sala de calderas ha de constar expresamente la prohibición de entrada para las personas ajenas al servicio de las calderas.

Las salas de calderas delimitadas por paredes o muros deben disponer siempre que sea posible de, al menos, una salida directa y lo más corta posible hacia un área abierta. Las puertas serán macizas, metálicas y se abrirán hacia el exterior de la sala. Para su apertura ha de bastar, en lo posible, con empujar la puerta levemente.

La instalación de calderas en la sala debe realizarse de forma tal que permita que las partes de caldera susceptibles de ser operadas y de mantenimiento o supervisión sean fácilmente accesibles sin que las personas encargadas de tales menesteres corran peligro de daño alguno.

4.3 Ventilación

El local ha de estar permanentemente ventilado, con llegada continua de aire, tanto para su renovación como para la combustión.

Si la sala de calderas linda con el exterior (patios, solares, etc.) ha de disponer, en su parte inferior, de unas aberturas cuya sección total vendrá dada por la siguiente expresión:

$$S_1 \text{ (en cm}^2\text{)} = \frac{Q}{0,58}$$

donde

Q es la potencia calorífica total de los equipos de combustión, en kW.

Si el valor resultante para S_1 fuera menor de $0,25 \text{ m}^2$, se ha de adoptar este último valor como correspondiente a la superficie mínima admisible.

En la parte superior de una de las paredes que da al exterior, o en el techo, y en posición opuesta a las aberturas de entrada de aire, se dispondrán las aberturas para la salida del mismo al exterior. La sección total, S_2 , de estas aberturas de salida vendrá dada por la expresión.

$$S_2 = \frac{S_1}{2} \text{ cm}^2$$

donde

S_1 es el valor indicado anteriormente.

Cuando el local no comunique directamente con el exterior, debe disponer de comunicación con los locales anexos, para la correspondiente entrada de aire y, en este caso, la sección de dichas comunicaciones no ha de ser nunca inferior a $2S_1$, siendo S_1 el valor antes citado. Además, los locales anexos citados deben disponer, a su vez, de una ventilación adecuada, con unas secciones de comunicación al exterior que nunca han de ser inferiores a las que resultan de aplicar las fórmulas dadas anteriormente.

En el caso de locales interiores aislados, sin posibilidad de llegada de aire por circulación natural, se deben disponer llegadas de aire canalizadas, con un caudal mínimo de $V = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ por cada kW de potencia total calorífica instalada de los equipos de combustión, y se han de utilizar ventiladores apropiados, siempre que sea preciso.

Para el cálculo de la superficie de ventilación se tendrá en cuenta exclusivamente el área libre, cualquiera que sea la forma, disposición y material de la rejilla o protección situada sobre la abertura de acceso del aire. En ningún momento se permitirá la presencia de obstáculo alguno que impida o estorbe la libre circulación del aire de entrada.

4.4 Otros requisitos

4.4.1 Toda sala de calderas ha de estar libre de polvo, gases o vapores inflamables.

4.4.2 Cuando se trate de calderas que quemen carbón pulverizado, la instalación de pulverización y la conducción de polvo de carbón hasta el hogar deben ser completamente estancas.

4.4.3 En la sala de calderas sólo podrán instalarse las máquinas y aparatos correspondientes a su servicio, así como los elementos productores o impulsores de los fluidos necesarios para el funcionamiento de la industria a la que pertenezca la caldera, que deberán ser manejados por el mismo personal encargado de la caldera.

4.4.4 En lugar fácilmente visible de la sala, se debe colocar un cuadro con las instrucciones para casos de emergencia, así como un manual de funcionamiento correspondiente a las calderas allí situadas.

4.4.5 No debe existir conexión directa, a través de puertas, ventanas o cualquier otro tipo de aberturas, entre la sala de calderas y otros locales contiguos que contengan productos susceptibles de explosión.

4.4.6 El techo de las salas de calderas con valor de $P \times V > 10$ serán de construcción ligera (fibrocemento, plástico, etc.).

donde

P es la presión máxima de servicio (kg/cm²) o bar;

V es el volumen de agua a nivel medio en m³.

5 REQUISITOS GENERALES PARA INSTALACIONES EXTERIORES

5.1 La caldera y sus elementos anejos deben estar protegidos de manera apropiada para impedir el acceso de personas no autorizadas.

5.2 Las partes del equipo que sean precisas para garantizar la seguridad operacional de la caldera deben protegerse de las influencias atmosféricas nocivas.

6 PLATAFORMAS, ESCALERAS Y BARANDILLAS

6.1 Las calderas deben disponer de escaleras y plataformas con sus correspondientes barandillas para alcanzar cualquier punto de maniobra dentro del servicio normal de la misma.

6.2 Las plataformas de nivel superior a 1 m sobre el suelo y las escaleras inclinadas de más de 4 peldaños, han de estar equipadas con barandillas en toda su longitud de altura mínima de 1 m. Las plataformas dispondrán además de transversales a 0,50 m de altura como mínimo. La anchura de plataformas y escaleras no debe ser inferior a 0,50 m.

6.3 Las escaleras podrán ser de tipo vertical o inclinadas con peldaños. Las escaleras verticales de altura superior a 4 m dispondrán de sistema de protección apropiado.

6.4 En la construcción y diseño de las plataformas y escaleras debe tenerse en cuenta la posible dilatación por efecto del calor. Además, estas plataformas y escaleras deben ser de material incombustible.

6.5 Las plataformas y estructuras similares en ningún caso deben afectar a la ventilación de la sala de calderas.

7 CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE GASES

7.1 Las chimeneas y los conductos de gases deben ser completamente estancos y han de instalarse de tal forma que no puedan perjudicar ni a la conducción de la caldera ni al entorno de la sala de calderas.

7.2 Los conductos de gases y chimeneas deben ser accesibles para su inspección y limpieza.

Las paredes de separación de los conductos de gases correspondientes a calderas adyacentes serán resistentes al fuego y dispondrán del adecuado aislamiento térmico.

Las partes de conductos de gases y chimeneas normalmente accesibles al personal de servicio, deberán disponer de aislamiento térmico de protección.

7.3 Si una caldera está conectada con una chimenea o conducto de gases que se use como salida de gases de otros sistemas de combustión, debe ser posible aislar la caldera de la chimenea o conducto de gases por medio de un dispositivo adecuado.

8 ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

El almacenamiento y suministro de combustible debe ajustarse a lo dispuesto en la norma UNE 9-076. A excepción del depósito nodriza de combustible para las calderas de la sala, no se debe permitir en ésta el almacenamiento de productos combustibles o inflamables. Tampoco se permitirá la presencia en la sala de calderas de cualquier producto o aparato cuya reglamentación específica así lo prohíba.

9 AISLAMIENTO TÉRMICO

Todas las superficies cuya temperatura pueda exceder de 80 °C deben estar convenientemente aisladas en aquellas zonas en las que dicha temperatura pueda en cualquier forma ser peligrosa.

10 ILUMINACIÓN

10.1 La sala de calderas debe disponer de la adecuada iluminación, y en especial, para los dispositivos de seguridad: manómetro, termómetro, niveles, zonas operacionales y rutas de escape.

10.2 La ruta de escape ha de estar permanentemente iluminada durante el trabajo nocturno y dispondrá de alumbrado de emergencia en caso de fallo de fluido eléctrico.

11 PROTECCIÓN ELÉCTRICA

El interruptor de emergencia de corte del sistema de combustión, se instalará de forma que tenga un acceso fácil y seguro, preferiblemente fuera de la sala de calderas. Este interruptor cortará igualmente el equipo de alimentación de agua, pero sólo en los casos en que no pueda presentarse una inaceptable evaporación debido al calor almacenado en el hogar y de los pasos de gases.

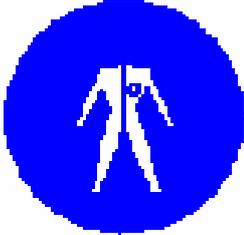
En todo momento debe quedar siempre en servicio la iluminación de la ruta de escape.

El alumbrado de la ruta de escape, tanto el normal como el de emergencia, debe estar protegido contra proyecciones.

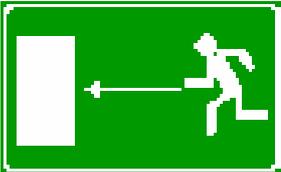
ANEXO No. 3

SEÑALES DE SEGURIDAD UTILIZADAS EN LA SALA DE CALDEROS

RÓTULOS DE SEGURIDAD PARA LA SALA DE CALDEROS

SIMBOLOGÍA	SEÑAL DE SEGURIDAD
SP-01	 A red circle with a diagonal slash over a black silhouette of a lit cigarette.
SP-02	 A red circle with a diagonal slash over a black silhouette of a person walking.
S-O-01	 A blue circle with a white silhouette of a person wearing a face mask.
S-O-02	 A blue circle with a white silhouette of a person wearing safety glasses.

<p>S-O-03</p>	
<p>S-O-04</p>	
<p>S-O-05</p>	
<p>S-A-01</p>	

<p>S-A-02</p>	 A yellow triangular warning sign with a black border, depicting a flame.
<p>S-A-03</p>	 A yellow triangular warning sign with a black border, depicting a thermometer.
<p>S-A-04</p>	 A yellow triangular warning sign with a black border, depicting a person falling from a height.
<p>S-SG-01</p>	 A green rectangular sign with a white border, depicting a person running towards an open door with an arrow pointing left.
<p>S-SG-02</p>	 A green square sign with a white border, depicting a white arrow pointing to the left.

S-SG-03



S-LC-01



ANEXO No. 4

NÚMEROS CARACTERÍSTICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE FLUIDOS EN TUBERÍAS

NÚMEROS CARACTERÍSTICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE FLUIDOS EN TUBERÍAS

1 AGUA

- 1.0 Agua potable
- 1.1 Agua impura
- 1.3 Agua utilizable, agua limpia
- 1.4 Agua destilada
- 1.5 Agua a presión, cierre hidráulico
- 1.6 Agua de circuito
- 1.7 Agua pesada
- 1.8 Agua de mar
- 1.9 Agua residual
- 1.10 Agua de condensación

2 VAPOR DE AGUA

- 2.0 Vapor de presión nominal hasta 140 KPa
- 2.1 Vapor saturado de alta presión
- 2.2 Vapor recalentado de alta presión
- 2.3 Vapor de baja presión
- 2.4 Vapor sobrecalentado
- 2.5 Vapor de vacío (con presión absoluta)
- 2.6 Vapor en circuito
- 2.7
- 2.8
- 2.9 Vapor de descarga

3 AIRE Y OXÍGENO

- 3.0 Aire fresco
- 3.1 Aire comprimido (indicar la presión)
- 3.2 Aire caliente

- 3.3 Aire purificado (acondicionado)
- 3.4
- 3.5
- 3.6 Aire de circulación, aire de barrido
- 3.7 Aire de conducción
- 3.8 Oxígeno
- 3.9 Aire de escape

4	GASES COMBUSTIBLES- INCLUSO GASES LICUADOS
---	---

- 4.0 Gas de alumbrado
- 4.1 Acetileno
- 4.2 Hidrógeno y gases conteniendo H_2
- 4.3 Hidrocarburos y sus derivados
- 4.4 Monóxido de carbono y gases conteniendo CO
- 4.5 Gases de mezcla (gases técnicos)
- 4.6 Gases inorgánicos. NH_3 , H_2S
- 4.7 Gases calientes para fuerza motriz
- 4.8 Gas licuado de petróleo (GLP)
- 4.9 Gases de escape combustible

5	GASES NO COMBUSTIBLES- INCLUSO GASES LICUADOS
---	--

- 5.0 Nitrógeno y gases conteniendo nitrógeno
- 5.1 Gases inertes
- 5.2 Dióxido de carbono y gases conteniendo CO_2
- 5.3 Dióxido de azufre y gases conteniendo SO_2
- 5.4 Cloro y gases conteniendo cloro
- 5.5 Otros gases inorgánicos
- 5.6 Mezcla de gases
- 5.7 Derivados de hidrocarburos (halogenados y otros)
- 5.8 Gases de calefacción no combustibles
- 5.9 Gases de escape no combustible

6 ÁCIDOS

- 6.0 Ácido sulfúrico
- 6.1 Ácido clorhídrico
- 6.2 Ácido nítrico
- 6.3 Otros ácidos inorgánicos
- 6.4 Ácidos orgánicos
- 6.5 Soluciones salinas ácidas
- 6.6 Soluciones oxidantes
- 6.7
- 6.8
- 6.9

7 ÁLCALIS

- 7.0 Sosa cáustica
- 7.1 Agua amoniacal
- 7.2 Potasa cáustica
- 7.3 Lechada de cal
- 7.4 Otros líquidos inorgánicos alcalinos
- 7.5 Líquidos orgánicos alcalinos
- 7.6
- 7.7
- 7.8
- 7.9 Descarga de soluciones alcalinas

8 LÍQUIDOS COMBUSTIBLES

- 8.0
- 8.1
- 8.2
- 8.3
- 8.4 Grasas y aceites no comestibles

- 8.5 Otros líquidos orgánicos y pastas
- 8.6 Nitroglicerina
- 8.7 Otros líquidos, también metales líquidos
- 8.8 Grasas y aceites comestibles
- 8.9 Combustibles de descarga

9 LÍQUIDOS NO COMBUSTIBLES

- 9.0 Alimentos y bebidas líquidas
- 9.1 Soluciones acuosas
- 9.2 Otras soluciones
- 9.3 Maceraciones acuosas (malta remojada)
- 9.4 Otras maceraciones
- 9.5 Gelatina (cola)
- 9.6 Emulsiones y pastas
- 9.7 Otros líquidos
- 9.8
- 9.9 Descarga no combustible

0 VACÍO

- 0.0 Vacío industrial - de presión atmosférica a 600 Pa
- 0.1 Vacío técnico - de 600 Pa a 0,1333 Pa
- 0.2 Alto vacío - inferior a 0,1333 Pa
- 0.3
- 0.4
- 0.5
- 0.6
- 0.7
- 0.8
- 0.9 Ruptura de vacío

ANEXO No. 5

CUADRO DE INCOMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

CUADRO DE INCOMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

	 F Inflammable	 E Explosivo	 T Tóxico	 Radioactivo	 O Comburente	 Xn Nocivo Xi Irritante
 F Inflammable	+	-	-	--	-	+
 E Explosivo	-	+	--	--	-	-
 T Tóxico	-	--	+	-	--	+
 Radioactivo	-	-	--	+	-	-
 O Comburente	-	-	--	-	+	○
 Xn Nocivo Xi Irritante	+	-	+	--	○	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente

○ Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención

-- No deben almacenarse juntas

Son ejemplos de agentes incompatibles:

- oxidantes con: inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquilmetales,
- reductores con: nitratos, cloratos, bromatos, óxidos, peróxidos, flúor,
- ácidos fuertes con bases fuertes,
- ácido sulfúrico con: celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos.

Son ejemplos de agentes inestables:

- productos cuyo almacenamiento prolongado entraña la posibilidad de descomposición: amiduros alcalinos, ciertas sales de diazonio,
- sustancias fácilmente peroxidables: compuestos alílicos, compuestos vinílicos, estireno,
- compuestos que reaccionan violentamente en contacto con el aire: fosfuros, hidruros,
- monómeros que polimerizan rápidamente: acetato de vinilo, estireno, acrilonitrilo.

Son ejemplos de agentes que reaccionan peligrosamente:

- con el agua: metales alcalinos, peróxidos inorgánicos, carburos, fosfuros,
- con ácido clorhídrico: sulfuros, hipocloritos, cianuros,
- con ácido nítrico: algunos metales,
- con ácido sulfúrico: ácido fórmico, ácido oxálico, alcohol etílico.

ANEXO No. 6

HOJA DE SEGURIDAD MSDS DEL DIESEL



EMITIDA: Noviembre 20 2003
SDS N° DMC4005 Sp
MSDS N° PD 003

Petróleo Diesel

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑIA

Nombre del producto: Petróleo Diesel

Código de Producto: 9956

Tipo de producto: Combustible para motores de combustión interna encendidos por compresión.

Proveedor: Shell Chile S.A.C. e I.

Dirección: Av. Del Parque 5250
Ciudad Empresarial – Huechuraba
Santiago - Chile

Números de contacto:

Teléfono: +(562) 444 4000

Teléfono de Emergencia: +(562) 444 4000

Fax: +(562) 444 9199 / 9188

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

Sinónimos: Petróleo Diesel / Petróleo 2-D / AGO / Gas Oil. / Diesel. / Aceite combustible para Motor.

Tipo de Producto: Combustible para motores de combustión interna encendidos por compresión.

Descripción del Compuesto: Mezcla compuesta de hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y oleofínicos, donde predominan el No. de átomos de carbono en el intervalo de C10 a C22.
Contiene aceites de cracking catalítico en los que están presentes compuestos aromático policíclicos, principalmente de 3 anillos, aunque también pueden estar presentes compuestos de 4 a 6 anillos.
Puede contener uno o más de los siguientes aditivos: antioxidantes, inhibidores de la corrosión, desactivadores de metales, compuestos antihielo para carburadores, colorantes y preparados para mejoramiento del rendimiento.

Componentes Peligrosos:

Nombre	Número CAS	Contenido	Riesgos	Frases R
Combustibles, Diesel	68334-30-5	>99%(V/V)	Carc Cat 3	R40-65-52/53

Nota: Directiva de Sustancias peligrosas de la Unión Europea, 67/548/EEC, Anexo I para las sustancias arriba mencionadas con los números 649-224-00-6. Contiene las siguientes sustancias para las cuales se aplican límites de exposición: No se tienen límites establecidos ACGIH.

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

Riesgos para la Salud del Hombre: Posibilidad de efectos irreversibles. Producto clasificado como cancerígeno CATEGORÍA 3.
Tóxico: puede causar daños a los pulmones si es ingerido.
La aspiración por los pulmones puede causar neumonía química que puede ser fatal.
Contacto prolongado o repetido puede causar resequeidad en la piel y puede causar dermatitis.
En condiciones de poca higiene personal, una exposición excesiva puede originar irritación, acné, folcúlitis y verrugas que pueden llegar a ser malignas.

**Riesgos de Seguridad:
Riesgos al Medio Ambiente:**

Exposición prolongada a concentraciones de vapor, puede afectar el sistema nervioso central.
 No clasificado como inflamable pero puede llegar a arder.
 Tóxico para los organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente.
 Grandes volúmenes de producto pueden penetrar en el suelo y contaminar las aguas subterráneas.
 Contiene componentes que no son de fácil biodegradación.
 Persistente en condiciones anaeróbicas.
 Posee potencial de bioacumulación.

4. PRIMEROS AUXILIOS.

Síntomas y Efectos:

Salpicaduras en los ojos pueden producir irritación.
 Por ingestión puede producir irritación de la boca, garganta, vías digestivas, diarrea y vómitos. Aspiración en los pulmones puede ocurrir directamente o como consecuencia de la ingestión del producto. Esto puede causar neumonía química que puede ser fatal. Exposición prolongada a concentraciones superiores a los Valores Límites de Exposición puede causar: dolor de cabeza, mareos, náusea, irritación de los ojos y vías respiratorias, irregularidad cardíaca, asfixia, inconsciencia e incluso la muerte.

Primeros Auxilios por Inhalación:

Trasladar a una atmósfera libre. Aire fresco. Si la respiración continúa pero se encuentra inconsciente, colocar a la persona en posición de recuperación. Si la respiración se detuviera, aplicar respiración artificial. Si desaparecen los latidos del corazón, aplicar masaje cardíaco. Controlar la respiración y el pulso.
OBTENER ASISTENCIA MÉDICA INMEDIATAMENTE.

Primeros Auxilios contacto con Piel:

Lavar la piel o área afectada con agua y jabón. Quitar la ropa contaminada lo antes posible. Lavarla antes de un nuevo uso.

Primeros Auxilios contacto con Ojos:

Lavar los ojos con abundante agua. Si la irritación continúa, obtener asistencia médica.

Primeros Auxilios Ingestión:

ACTUAR CON RAPIDEZ. No provocar Vómito. Proteger las vías respiratorias si se inicia el vómito. No administrar nada por vía oral. Si el paciente respira pero está inconsciente, colocarlo en posición de recuperación. Si se detiene la respiración, aplicar respiración artificial.

Información para el Médico:

OBTENER ASISTENCIA MEDICA INMEDIATAMENTE.
 Tratar según los síntomas. La ingestión del producto se diagnostica por el olor característico del aliento de la persona afectada, además de la historia de los acontecimientos. En caso de ingestión, tener en cuenta el lavado gástrico. Debido al riesgo de aspiración, el lavado gástrico sólo debe llevarse a cabo si se han aislado las vías respiratorias mediante entubación traqueal. En caso de neumonía química, considerar el uso de antibióticos. Administración de aceite de parafina o carbón para uso médico puede reducir la absorción por vía digestiva. Metanol puede estar presente en concentraciones menores o iguales al 3% (V/V). A tal concentración no es común el tratamiento por envenenamiento..

5. MEDIDAS EN LA LUCHA CONTRA INCENDIO.

Riesgos Específicos:

Productos peligrosos de la combustión: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos sin quemar. Los vapores son más pesados que el aire, pueden propagarse a nivel de suelo y es posible la ignición de éstos vapores a distancia de donde se originaron.

Medios de Extinción:

Espuma, neblina de agua o spray de agua. Polvo químico seco. Dióxido de carbono, arena o tierra puede usarse sólo en incendios pequeños.

Medios NO Adecuados:

Chorro de agua. Uso de extintores de Halon debido al daño al medio ambiente.

Información Adicional:

Mantener barriles, depósitos, tanques, etc. bajo una cortina de agua para mantenerlos fríos.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL.

Precauciones Personales:

Eliminar toda fuente posible de ignición de los alrededores y evacuar al personal. Cuidado con la respiración, posible inhalación de vapores. Evitar contacto con: ojos, piel y ropa. Eliminar inmediatamente la ropa contaminada. Peligro de Fuego.

Protección Personal:

Utilizar ropa impermeable, guantes de nitrilo o PVC, calzado de seguridad - resistentes a químicos, gafas (anteojos) protectoras.

Precaución con Medio Ambiente:	Prevenir la entrada a desagües, riveras, canales o ríos. Uso apropiado de contenedores para evitar la contaminación ambiental.
Derrames Pequeños - Limpieza:	Absorber o contener el líquido con arena, tierra u otro material para controlar el derrame. Permitir que se evapore o recoger el producto en un depósito claramente identificado y sellado para su tratamiento adecuado. No dispersar con agua.
Derrames Mayores - Limpieza:	Transferir el producto a un contenedor adecuado claramente identificado para su tratamiento posterior. Actuar como si se tratara de un derrame pequeño.
Información Adicional:	Autoridades locales deberán ser notificadas en caso de un derrame mayor que no pueda contenerse. Se observará la normativa local. Ver sección 13 para información sobre eliminación del producto.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

Manejo del producto:	No comer, beber o fumar durante su manejo. Utilizarlo en áreas bien ventiladas. Tomar precauciones relacionadas a la acumulación de electricidad estática. Conectar a tierra todo el equipo.
Temperatura de Manejo / Manipulación:	Temperatura ambiente.
Almacenamiento:	Localizar los tanques lejos de fuentes de calor o ignición. Los barriles pueden apilarse hasta un máximo de tres alturas. El producto nunca debe almacenarse en edificios ocupados por personas. Cantidades pequeñas pueden ser almacenadas en envases portátiles adecuados, que se mantendrán en zonas bien ventiladas y a prueba de fuego. No almacenar en depósitos inapropiados, no etiquetados o etiquetados incorrectamente. Mantener depósitos bien cerrados, en lugar seco, bien ventilado y lejos de la luz directa del sol u otra fuente de calor o ignición. Mantener en una zona aislada. Evitar la entrada de agua. Manténgase fuera del alcance de los niños.
Temperatura de Almacenamiento:	Temperatura Ambiente.
Transferencia de Producto:	Durante el bombeo pueden generarse cargas electrostáticas. Asegurar la continuidad con conexiones a tierra del equipo. Evitar las salpicaduras durante el llenado. Esperar 10 minutos después del llenado del tanque antes de abrir las escotillas o man-hole. Tomar precauciones especiales de velocidad de flujo cuando se comienza la carga de camiones cisterna o contenedores de ferrocarril que previamente hayan contenido gasolina (switch loading)
Limpieza de Depósitos / Tanques:	Limpieza, inspección y mantenimiento de tanques de almacenamiento son operaciones especializadas que requieren la implementación de estrictos procedimientos y precauciones. Estos incluyen: permisos de trabajo, aireación de tanques, equipo de respiración y líneas de seguridad. Antes de ingresar a un tanque y mientras dure la limpieza, la atmósfera del interior deberá ser monitoreada con un medidor de oxígeno y/o un exposímetro. Precauciones adicionales se requieren si el tanque ha almacenado previamente gasolina con plomo. Consultar la publicación de OCTEL "Tanques de gasolina con plomo. Limpieza y eliminación de residuos"
Materiales Recomendados:	Usar: acero dulce, acero inoxidable para contenedores. Se puede también usar aluminio en aplicaciones donde éste no represente un riesgo innecesario de incendio. Para recubrimiento interno usar pintura epoxi curada con aducto de amina. Fibra de asbestos comprimida, PTFE, Viton A y B para juntas y sellos.
No Recomendados:	Cobre, aleaciones de cobre (ferrosas y no ferrosas), zinc, aleaciones de zinc, Materiales sintéticos tales como plásticos y fibra de vidrio pueden ser también no adecuados, dependiendo de las especificaciones del material y su uso futuro. No usar caucho natural o sintético, polimetil metacrilato, poliestireno, CPVC.
Información Adicional:	Asegurar que se cumplen todas las normativas y regulaciones locales respecto al manejo y almacenamiento. Nunca sifonar con la boca.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL.

Valores de exposición:	No establecidos
Protección Respiratoria:	Normalmente no se requiere. Dentro de espacios confinados se requiere el uso de un equipo autocontenido de respiración o línea de aire.
Protección de Manos:	Guantes de PVC o nitrilo son necesarios si ocurren derrames o salpicaduras.
Protección de Ojos:	Anteojos de protección son necesarios si ocurren derrames o salpicaduras.
Protección del Cuerpo:	Vestir overalls para minimizar la contaminación de la ropa personal. Lavarlos regularmente. Calzado de seguridad resistentes a químicos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

Estado Físico:	Líquido a Temperatura Ambiente.
Color:	Claro
Olor:	Característico.
PH	Neutro
Punto inicial de ebullición:	aprox. 175°C
Punto final de ebullición:	aprox. 350°C
Presión de Vapor:	Menor 0,5 kPa a 40°C
Densidad:	850 kg/m ³ a 15°C
Viscosidad Cinemática:	3,5mm ² /s a 40°C
Densidad de Vapor (air=1):	> 5
Punto de Inflamación:	> 55° C (PMCC)
Límite - menor:	aprox. 1 %(V/V)
Límite - mayor:	aprox. 6 %(V/V)
Temperatura Auto-Ignicion:	> 250 °C
Propiedades Explosivas:	Al usarse, puede formar mezclas vapor-aire explosivas / inflamables.
Propiedades Oxidantes:	Ninguna.
Solubilidad en Agua:	Datos no disponibles.
Coefficiente de Partición n-octano/agua:	log Pow = 3-7
Grado de Evaporación:	Datos no disponibles.

10. ESTABILIDAD / REACTIVIDAD.

Estabilidad:	Estable
Condiciones a Evitar:	Calor, llamas y chispas.
Materiales a Evitar:	Agentes oxidantes fuertes.
Productos peligrosos de descomposición:	Ninguno conocido.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.

Criterios de Valoración:	Información toxicológica no has sido determinada específicamente para éste producto. La información dada está basada en datos toxicológicos obtenidos de productos similares.
Toxicidad aguda oral:	LD50 >5000 mg/kg.
Toxicidad aguda cutánea:	LD50 >2000 mg/kg.
Toxicidad aguda - por inhalación:	LC50 >5 mg/l.
Sensibilización cutánea:	Se cree que no sensibiliza la piel.
Toxicidad Crónica:	Una exposición repetida podría causar una irritación en la piel de fuerte a moderada. Se espera que la inhalación repetida de los vapores cause irritación en el aparato respiratorio.
Carcinógeno:	La exposición cutánea en ratones causa tumores en la piel.
Mutágeno:	No se considera que posea peligro mutágeno.
Toxicidad Reproductiva:	No perjudica la fertilidad. No tóxico para el desarrollo.
Efecto en humanos	
Ingestión:	Su ingestión puede provocar irritación en el tracto digestivo con nauseas, vómitos y diarrea. La absorción puede causar una estimulación inicial del sistema nervioso seguida por una depresión del mismo. Los síntomas pueden incluir una suave excitación, nerviosismo, cansancio, irritabilidad, visión borrosa, dolor de cabeza, arritmias. El mayor riesgo de una ingestión es el ingreso de los vapores de combustible a los pulmones que puede ocurrir por inducción al vómito (ver punto 4). El ingreso a los pulmones puede provocar neumonitis química que podría llegar a ser fatal
Inhalación:	Una prolongada exposición a los vapores por encima de los valores límites recomendados por la legislación vigente, pueden producir síntomas de embriaguez, dolores de cabeza, mareos, nauseas, irritación de ojos y tracto respiratorio superior, alteración del ritmo cardíaco, convulsiones, asfixia, inconsciencia y en algunos casos, de prolongarse la

Contacto con la Piel:	<p>permanencia a exposiciones muy severas, podrá ocasionar la muerte. Advertencia: en general, evite inhalar cualquier tipo de hidrocarburo. NO "HUELA" hidrocarburos. Con algunas excepciones, la mayor parte de los efectos reportados por repetida inhalación, fueron originados en aspiración intencional de vapores "sniffing" más que por la exposición diaria en lugares de trabajo. Toxicidad crónica: Además de los efectos mencionados en el párrafo anterior, la sintomatología a una exposición crónica incluye pérdida de peso, baja presión sanguínea, pérdida de la memoria y pérdida auditiva. En algunos estudios por inhalación, se ha encontrado una mayor incidencia de tumores en ratas y lauchas. Estos efectos han sido encontrados en un solo sexo. Los hallazgos no son considerados de relevancia para el ser humano. No es tóxico para el sistema reproductivo. Bajo condiciones de uso normal, no se espera la presencia de riesgos toxicológicos</p> <p>Levemente irritante Toxicidad crónica: Prolongados y repetidos contactos pueden producir pérdida de la grasitud natural de la piel y conducir a una posible dermatitis. Ciertos individuos pueden desarrollar una hipersensibilidad debida probablemente a los aditivos.</p>
Contacto con los Ojos:	<p>Bajo condiciones de uso normal, no se espera la presencia de riesgos toxicológicos Concentraciones entre 270 y 900 ppm pueden causar sensación de irritación a menudo antes que sean visibles signos tales como conjuntivitis. Las salpicaduras del combustible en los ojos pueden causar dolores punzantes temporarios y disturbios transitorios del epitelio de la córnea, espasmo de párpados y edema y congestión conjuntival Toxicidad crónica puede causar conjuntivitis y una posible pérdida gradual e irreversible de la sensibilidad de la córnea y conjuntiva.</p>

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA.

Criterios de Valoración:	<p>La información ecotoxicológica no está específicamente determinada para éste producto. La información está basada en los conocimientos ecotoxicológicos de productos similares.</p>
Movilidad:	<p>Flota sobre el agua. Se evapora y disuelve parcialmente, pero después de un día permanecerá una parte importante.</p>
Persistencia / Degradabilidad:	<p>Largos volúmenes pueden penetrar en la tierra y pueden contaminar aguas subterráneas. No fácilmente biodegradable. Persiste bajo condiciones anaeróbicas. Oxida rápidamente en contacto con aire por reacción foto-química.</p>
Bioacumulación:	<p>Potencialmente bioacumulativo. Puede causar infección en peces y crustáceos.</p>
Ecotoxicidad:	<p>Mezcla poco soluble. Nocivo, $10 < LC/EC50 \leq 100$ mg/l, para los organismos acuáticos. (LC/EC50 expresado como la cantidad nominal de producto necesario para preparar n ensayo de extracción en medio acuoso). Baja toxicidad para los mamíferos. Puede causar incrustaciones en los organismos acuáticos.</p>
Tratamiento de Aguas Residuales:	<p>Es de esperar que se comporte como nocivo. EC50 >10-100 mg/l, para organismos de plantas de tratamiento de aguas residuales. (EC50 expresado como la cantidad nominal de producto necesario para preparar n ensayo de extracción en medio acuoso).</p>
Información Adicional:	<p>Este producto es un preparado. La CEE aún no ha determinado los criterios para la clasificación de los preparados como peligrosos para el medio ambiente. Sin embargo, el bajo punto de ebullición de los componentes de la naphtha se clasifican como peligrosos para el medio ambiente, según las siguientes fases de riesgo: R52/53 - Nocivo para los organismos acuáticos, puede causar efectos a largo plazo negativos en el medio ambiente acuático.</p>

13. CONSIDERACIONES PARA LA ELIMINACIÓN DE DESECHOS.

Precauciones:	Ver Sección 8.
Eliminación de Residuos:	Los desechos derivados de un derrame o limpieza de tanques deben eliminarse de acuerdo con la legislación vigente, preferiblemente con una empresa colectora o contratista reconocida. La capacidad de la empresa recolectora o contratista deberá determinarse con antelación.
Eliminación de Depósitos:	No eliminar los residuos enviándolos a través de drenajes o fuentes de agua. Barriles de 200 litros deberán vaciarse y devolverlos al proveedor o a un contratista dedicado a reacondicionar los barriles sin eliminar etiquetas. Los barriles no deberán ser usados nuevamente sin antes haber eliminado cualquier clase de marca o etiquetas de los productos previos.
Legislación Local:	El método de eliminación final estará de acuerdo con la legislación vigente.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE.

Número UN:	1202
UN Clase/Grupo Empaquetado:	3, III
UN Nombre apropiado para Transporte:	Gas Oil o Diesel
UN Número para transporte marítimo, ver IMO:	1202
IMO Clase / Grupo Empaquetado:	3,3, III
IMO Símbolo:	Líquido Inflamable.
IMO Contaminante Marino:	No
IMO Nombre apropiado para el Transporte:	Gas Oil o Diesel
ADR/RID Clase/Item:	3, 31° (c)
ADR/RID Símbolo:	Líquido Inflamable
ADR/RID Número Kemler:	30-1202
ADR/RID Nombre Apropiado para el Transporte:	Gas Oil o Diesel
UN Número apropiado para el transporte aéreo. Ver ICAO:	1202
IATA/ICAO Clase/Grupo de envasado:	3, III
IATA/ICAO Símbolo:	Líquido Inflamable
IATA/ICAO Nombre apropiado para el transporte:	Gas Oil o Diesel
Regulaciones Locales:	De acuerdo a la legislación vigente.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

CEE Nombre:	Contiene gasóleos - sin especificar.
CEE Clasificación:	Cancerígeno. Categoría 3. Peligroso.
CEE Símbolo:	Xn.
CEE Fases de Riesgo:	R40: Posibilidad de efectos irreversibles. R65: Peligroso. Puede causar daño pulmonar al ser ingerido.
CEE Fases de Seguridad:	S2: Manténgase fuera del alcance de los niños. S24: Evitar contacto con la piel S36/37: Vestir ropa protectora y guantes. S43: En caso de incendio, utilizar espuma / polvo seco / CO ₂ / Halon. No usar nunca agua. S62: En caso de ingestión, no provocar el vómito. Buscar ayuda médica inmediatamente y mostrar la etiqueta del envase o información relacionada al producto.
EINECS (CEE):	Todos los componentes listados.
Regulaciones Locales:	De acuerdo a la legislación vigente.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL.

Usos y Restricciones:	Combustible para motores de ignición interna con encendido por compresión. Motores diesel. Este producto no deberá ser utilizado para aplicaciones distintas a la mencionada anteriormente sin antes consultar al respecto con el proveedor. Este producto no debe utilizarse como combustible de aviación, como solvente o agente de limpieza, para iluminación o incrementar una hoguera, tampoco para limpieza de la piel (desengrasante).
Contacto Técnico	Martin Diez
Números de contacto técnico:	
Teléfono:	+ 54 (011) 4130 2281 (en Horario de Atención al Público)
e-mail:	martin.diez@shell.com
Fax:	+ 54 (011) 4130 2500 (2281)
Historial SDS	1ra Emisión controlada para Latinoamérica Traducción de la Edición Número 3. Revisada en Setiembre 23, 1996 Primera Emisión: Junio 1, 1993
Características de la Revisión:	1ra Emisión SDS NLA
Distribución de SDS:	Este documento contiene información importante para asegurar el adecuado almacenamiento y manejo de éste producto. La información de éste documento debe hacerse llegar a la o las personas responsables de los temas de seguridad y a las personas que manipulen éste producto.
Referencias:	Se incluyen las siguientes referencias útiles: The Institute of Petroleum, London, 'Marketing Safety Code', Heyden and Son Limited, 1978. Applied Science, London, 'European Model Code of Safe Practice in the Storage and Handling of Petroleum Products Part 1: Operations, 1973. Associated Octel Company, 'Leaded gasoline tanks - cleaning and disposal of sludge'. CONCAWE, Brussels, 'GasOils (diesel fuels/heating oils)'. Product dossier No 96/107.

Esta información está basada en nuestros conocimientos actuales y es nuestra intención describir el producto solamente en relación con la salud, seguridad y medio ambiente. Por lo tanto, no deberá interpretarse como garantía de ninguna propiedad específica del producto. En consecuencia, corresponde al usuario bajo su exclusiva responsabilidad, decidir si la información es adecuada y útil.

ANEXO No. 7

**HOJA DE SEGURIDAD MSDS DEL GAS
LICUADO DE PETRÓLEO**



GAS Y PETROQUIMICA BASICA
 Av. Marina Nacional No 329, Colonia
 Huasteca
 Pisos 15, 16 y 39 Torre Ejecutiva, y Edificio
 1917 (B1), Centro Administrativo
 México, D. F. C. P. 11311

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
 PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS**

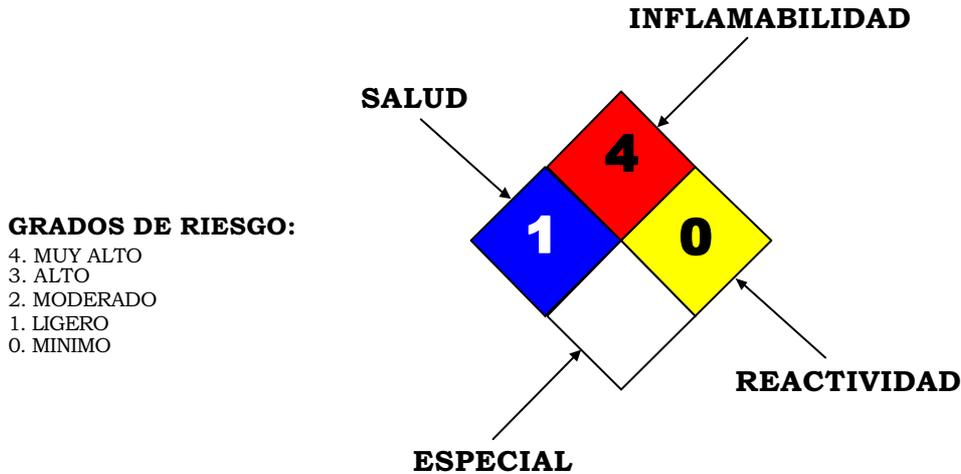
GAS LICUADO DEL PETROLEO

(DOT: UN 1075/UN 1978)

TELÉFONOS DE EMERGENCIA (durante las 24 horas):

PEMEX:	CENTRAL DE FUGAS DE GAS LP:	SETIQ:¹	SENACOM:²
Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos:	D. F. y Área Metropolitana: 52-77-0175, 52-77- 0422, 52-77-0425, 52- 77-0653 y 52-77-0723	D. F. y Área Metropolitana: 55-59-1588 En la República Mexicana: 01-800-00-21400	D. F. y Área Metropolitana: 55-50-1496, 55-50-1485 55-50-1552 y 55-50- 4885 En la República Mexicana: 01-800-00-41300
01-800-012 2900			

**Rombo de Clasificación de
Riesgos NFPA-704³**



1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No	HDSSQ-LPG
Nombre del Producto	Gas licuado comercial, con odorífero
Nombre Químico	Mezcla Propano-Butano
Familia Química	Hidrocarburos del Petróleo
Fórmula	C ₃ H ₈ + C ₄ H ₁₀
Sinónimos	Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo,

¹ Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química.

² Centro Nacional de Comunicaciones; dependiente de la Coordinación Gral de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación.

³ NFPA = National Fire Protection Association, USA.

2. COMPOSICION / INFORMACION DE LOS INGREDIENTES

MATERIAL	%	LEP (Límite de Exposición Permissible)
Propano	60.0	1000 ppm
n-Butano	40.0	800 ppm
Etil Mercaptano (odorizante)	0.0017 - 0.0028	50 ppm

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS

HR: 3 = (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio.

La LC₅₀ (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SITUACION DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire = 1).

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

OSHA PEL: TWA **1000 ppm** (Limite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

NIOSH REL: TWA **350 mg/m³**; CL **1800 mg/m³/15 minutos** (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA **1000 ppm** (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

PEL: Permissible Exposure Limit.

CL: Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.

TWA: Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8 h, ppm ó mg/m³.

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

REL: Recommended Exposure Limit.

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

TLV: Threshold Limit Value.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría, aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica.

Piel: Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías, deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica.

Inhalación: Si detecta la presencia de gas en la atmósfera, solicite ayuda o inicie el "Plan de emergencia". Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese. Debe advertirse que en altas concentraciones (mas de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náuseas, vómito, tos, depresión del sistema nervioso central, dificultad al respirar, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia. En caso de intoxicación retire a la víctima para que respire aire fresco, si esta inconsciente, inicie resucitación cardiopulmonar (CPR). Si presenta dificultad para respirar administre oxígeno medicinal (solo personal calificado). Solicite atención médica inmediata.

Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

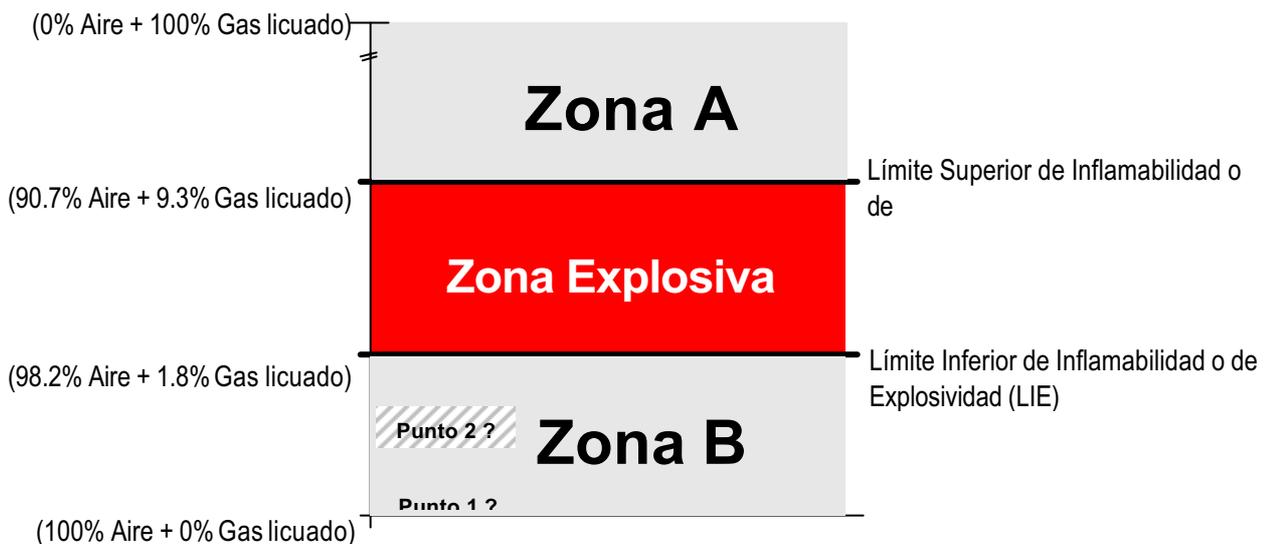
5. PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIO

Punto de flash	— 98.0 °C	Punto de Flash: Una sustancia con un punto de flash de 38°C ó menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del LPG (98°C) lo hace un compuesto sumamente peligroso.
Temperatura de Ebullición	— 32.5 °C	
Temperatura de Auto ignición	435.0 °C	
Límites de Explosividad:	<i>Inferior</i> 1.8 % <i>Superior</i> 9.3 %	

Mezcla de

- Aire +
- Gas licuado

Zonas A y B.- En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, en condiciones prácticas, deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva. En la Zona Explosiva solo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20% del LIE.- Valor de calibración de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60% del LIE.- Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Extinción de Incendios: Polvo Químico Seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y agua esperada para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

a) *Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:*

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario, son:

- Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- Si aún así llega a fallar algo, deberán instalarse precavidamente:
 - Detectores de mezclas explosivas, de calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
 - Válvulas en entradas y salidas, en prevención a rotura de mangueras
 - Disponibilidad de agua contraincendio.
 - Extintores portátiles.
 - Los usuarios de este producto deben conocer la ubicación de los bloqueos en cilindros, tanques estacionarios ó la red de distribución de gas, así como localización de los quemadores. Deberán tener un plan de contingencias para atacar incendios o emergencias.
 - Deberán llevarse a cabo simulacros, para optimizar el plan de contingencias.
- **No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio**

6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

En caso de fuga: Se deberá evacuar el área inmediatamente, cerrar las llaves de paso, bloquear las fuentes de ignición y disipar la nube de vapores; solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-056-SCFI-1994, “Bodegas de Distribución de Recipientes Portátiles para Gas LP”), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, “Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo”).

Precauciones en el Manejo: Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables. Acate la normatividad eléctrica aplicable a este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA para 30 ó 60 minutos o para escape 10 ó 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable ó explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

Ropa de Protección: El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado

Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

9. PROPIEDADES FISICAS / QUIMICAS

Peso Molecular	49.7
Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera	-32.5 °C
Temperatura de Fusión	-167.9 °C
Densidad de los Vapores (Aire =1) @ 15.5 °C	2.01 (Dos veces más pesado que el aire)
Densidad del Líquido (Agua =1) @ 15.5 °C	0.540
Presión Vapor @ 21.1 °C	4500 mm Hg
Relación de Expansión (Líquido a Gas @ 1 atmósfera)	1 a 242 (Un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de 11,000 litros aproximadamente).
Solubilidad en Agua @ 20 °C	0.0079 % en peso (Insignificante; menos del 0.1%).
Apariencia y Color	Gas incoloro e insípido a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorífero que produce un olor característico, fuerte y desagradable para detectar las fugas.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor, así como de oxidantes fuertes.

Productos de la Combustión: Los gases productos de la combustión son: bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta produce monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos).

Peligros de Polimerización: No polimeriza.

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos.

No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

12. INFORMACION ECOLOGICA

El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

13. CONSIDERACIONES PARA DISPONER DE SUS DESECHOS

Disposición de Desechos: No intente eliminar el producto no utilizado o sus residuos. En todo caso regréselo al proveedor para que lo elimine apropiadamente.

Los recipientes vacíos deben manejarse con cuidado por los residuos que contiene. El producto residual puede incinerarse bajo control si se dispone de un sistema adecuado de quemado. Esta operación debe efectuarse de acuerdo a las normas mexicanas aplicables.

14. INFORMACION SOBRE SU TRANSPORTACION

Nombre comercial	Gas Licuado del Petróleo
Identificación *DOT	UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
Clasificación de riesgo *DOT	Clase 2; División 2.1
Etiqueta de embarque	GAS INFLAMABLE
Identificación durante su transporte	Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 3/4" x 10 3/4"), con el número de Naciones Unidas en el centro y la Clase de riesgo DOT en la esquina inferior.

*DOT = Department Of Transportation, USA.



UN 1075 = Número asignado por DOT y la Organización de Naciones Unidas al gas licuado del petróleo.
2 = Clasificación de riesgo de DOT

15. REGULACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del LPG, por inventario o almacenamiento, es de 50,000 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

El transporte de Gas L. P. está regido por el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos" debiéndose acatar los requisitos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador debe contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad debe identificarse de acuerdo a la NOM-004-SCT-2-1994.
4. La unidad deberá traer información para emergencias de acuerdo a la NOM-005-SCT-2-1994.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT-2-1994.
6. Revisión periódica de autos tanque de acuerdo a la NOM-X 59-SCFI-1992
7. Revisión periódica de semi remolques de acuerdo a al NOM-X 60-SCFI-1992

16. INFORMACION ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de autos tanque de gas licuado.

El personal que trabaja con gas licuado deberá recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos de manejo y operación, que se reafirmará con simulacros frecuentes. La instalación y mantenimiento de las redes de distribución de gas, cilindros y tanques estacionarios deberá ejecutarse solo por personal calificado.

Advertencia Sobre el Odorífico: El gas licuado tiene un odorífico para advertir de su presencia. El más común es el Etil Mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento.

Recomendaciones para la Instalación, Uso y Cuidados de Cilindros Portátiles y Tanques Estacionarios para Servicio de Gas Licuado.

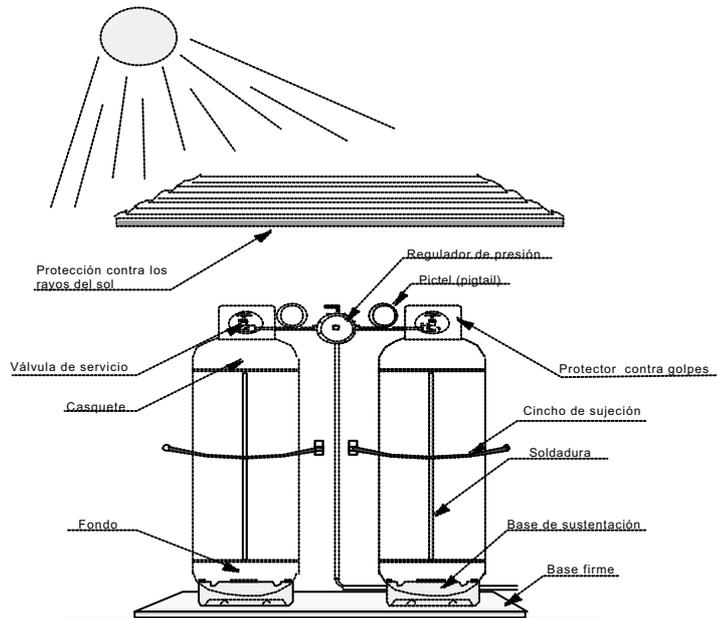


Figura 1. - Instalación típica para cilindros portátiles

1. Los tanques y cilindros para gas licuado deben instalarse sobre una base firme, preferentemente a la intemperie o en lugares abiertos, resguardándose de golpes y caída de objetos. Los tanques estacionarios además, deberán anclarse. Figuras 1 y 2.

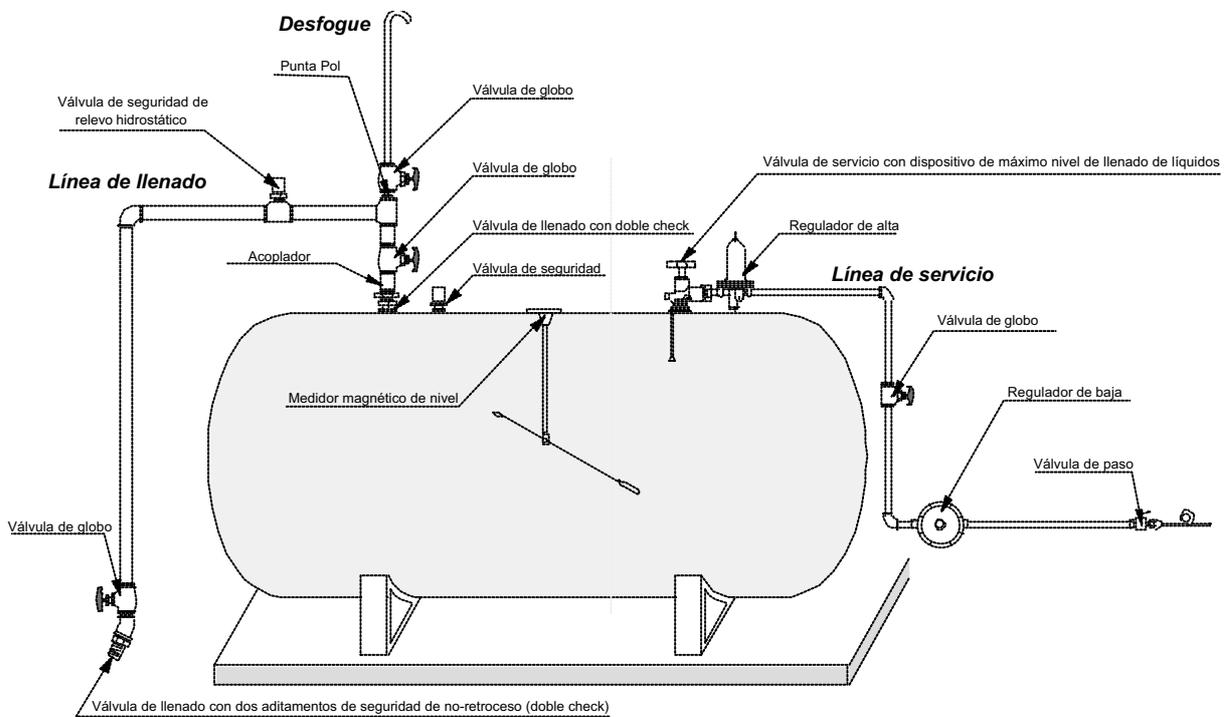


Figura 2. - Instalación típica para tanques estacionarios

- Los cilindros deberán sujetarse a la pared con un cable, cincho u otro medio adecuado para evitar que se caigan.
- Resguarde los recipientes de los rayos solares, ya que las altas temperaturas incrementan la presión y consecuente apertura de válvulas de seguridad, con liberación de gas a la atmósfera.
- Para evitar sobrellenado y presión excesiva en los cilindros, se recomienda instalar válvulas de servicio con dispositivos indicadores de nivel del líquido. Figura 3.

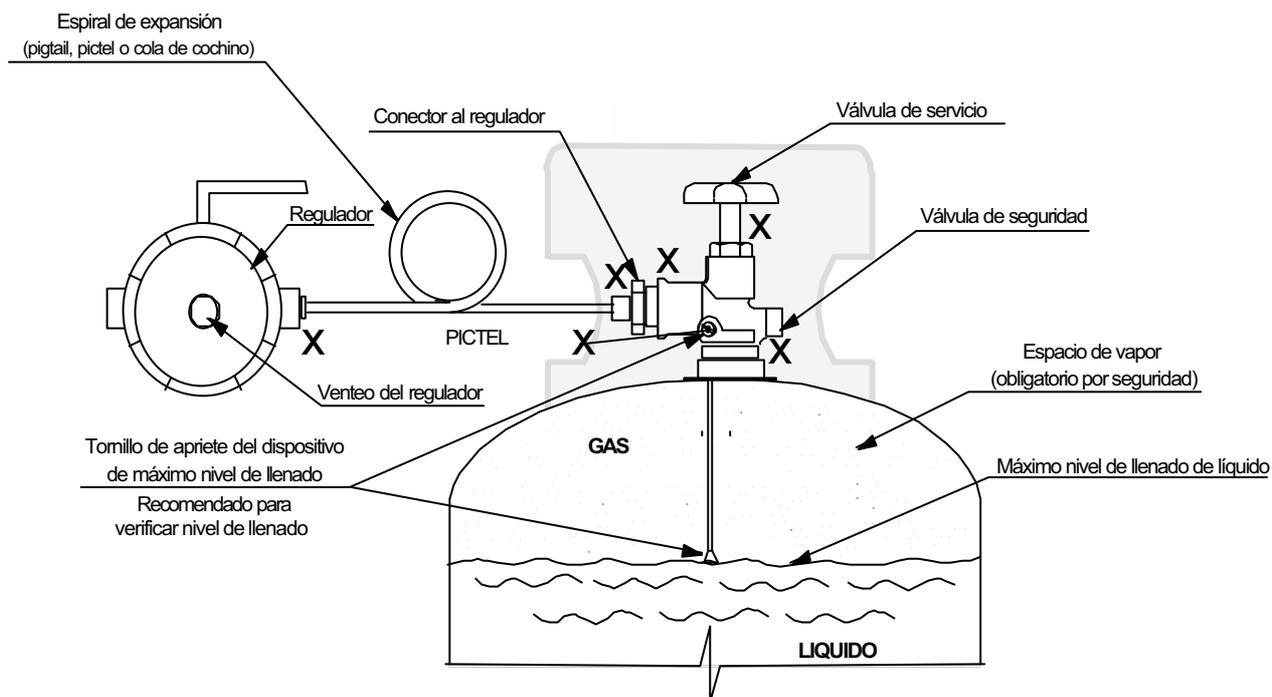


Figura 3. – Mostrando el dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos, la espiral de expansión (pictel) y la localización de posibles puntos de fuga (X).

- Para evitar daños en las válvulas de seguridad, manténgalas con su capuchón, que las protege de la lluvia y de agentes extraños como polvo, basura, agua, etc.
- Cada vez que le sustituyan un cilindro, exija a los operadores que no los maltraten y que le entreguen cilindros en buenas condiciones (pintura, golpes, abolladuras, corrosión, etc.). Si la apariencia de éstos no le satisface, exija que lo cambien.
- Asegúrese que utilicen herramientas adecuadas para conectar y desconectar los cilindros.
- Una vez abierta la válvula de servicio, busque fugas con agua jabonosa en los puntos marcados con "X". Si observa burbujas, cierre la válvula de servicio y reapriete las conexiones. **No fume mientras realiza estos trabajos.** Figura 3.
- No fuerce la espiral de expansión (pictel, pigtail o cola de cochino) su flexibilidad está diseñada para facilitar, sin dañar, la conexión entre las válvulas de servicio y los reguladores de presión. Figura 3.
- No modifique su instalación de gas sin la debida autorización. Consulte a su distribuidor.

Recomendaciones de Seguridad para Usuarios de Gas Licuado en Caso de Fuga.

1. Los vapores de gas licuado son más pesados que el aire, por lo tanto, las fugas descienden y se acumulan en sótanos, alcantarillas, fosas, pozos, zanjas, etc. Sin embargo, su olor característico por el odorífico adicionado las delata fácilmente. Las nubes de gas al encontrar fuentes de ignición provocarán explosiones. Figura 4.

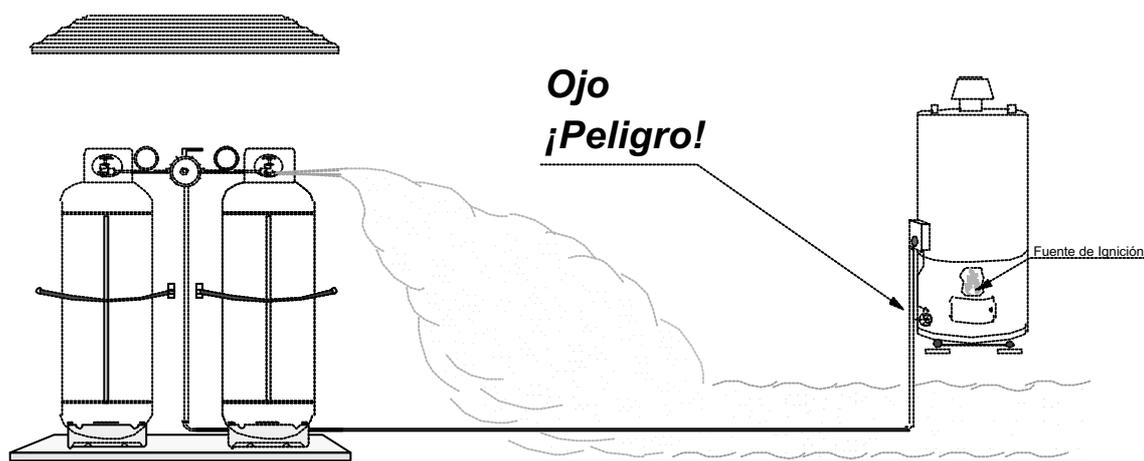


Figura 4. – Desplazamiento típico de una fuga de gas licuado

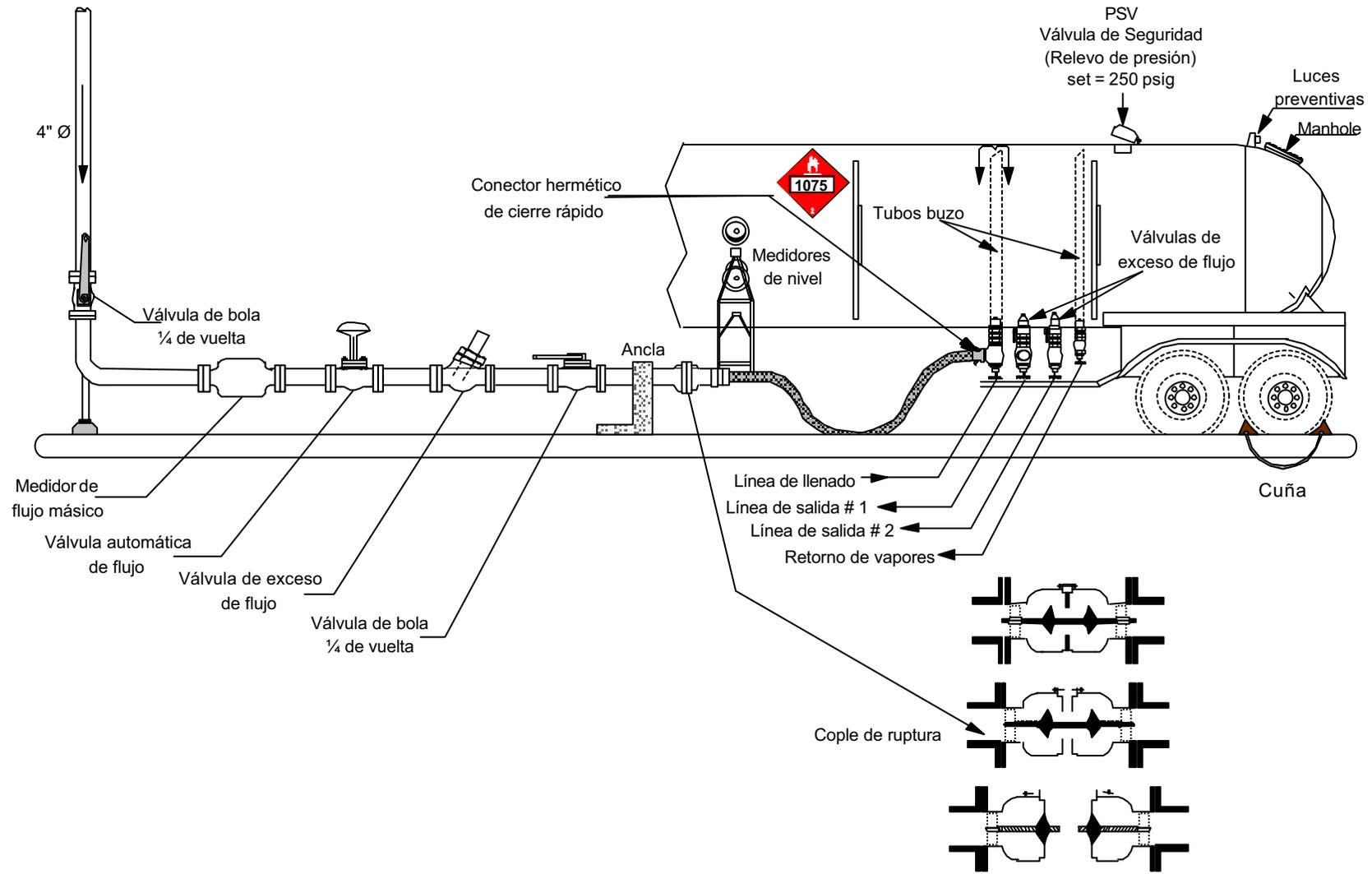
2. Si huele a gas, cierre la válvula de servicio y busque el origen. Utilice agua jabonosa, nunca use encendedores, velas, cerillos o flamas abiertas para localizar la fuga.
3. Si percibe la presencia de vapores, asegúrese de no generar chispas (interruptores eléctricos, pilotos de estufa, calentadores, anafres, velas, motores eléctricos, motores de combustión interna, etc.). Enseguida abra puertas y ventanas.
4. Disipe los vapores de gas licuado abanicando el área con trapos o cartones grandes. **NO USE VENTILADORES ELECTRICOS, NI ACCIONE INTERRUPTORES ELECTRICOS**, porque generan chispa y pueden producir explosiones.
5. **NO SE CONFIE, MIENTRAS EXISTA EL OLOR A GAS, PREVALECE UN RIESGO MAYOR DE EXPLOSION.**
6. Si la fuga es grande, pida ayuda a Central de Fugas, al Departamento de Bomberos y/o Protección Civil.
7. Cerciórese de eliminar totalmente la presencia de gas.

La información de este documento se considera verdadera a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando se cumplan las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.

FECHA DE ELABORACION: Julio del 2000

ANEXO 1

Instalación típica para llenado de Autos tanque de gas licuado



ANEXO No. 8

INFORME SOBRE EL ANÁLISIS DE AGUAS PARA LA SALA DE CALDEROS DE “SOLCA”



Conocemos el agua a profundidad.

Quito

Planta: 02.2.820.780 / 02.2.820.778 /

02.2.820.779

Oficina: 02.2.418.809 / 02.2.418.811 / 02.2.414.731

Fax: 02.2.418.810

Guayaquil

Telefax: 04.2.200.180

www.awtsa.com / ventas@awtsa.com

Quito, 15 de Junio de 2006

Ing. Ulises Ron
Hospital Solea
Presente.-

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente, es un gusto hacerle llegar los resultados del análisis de aguas realizado el día 15 de Junio.

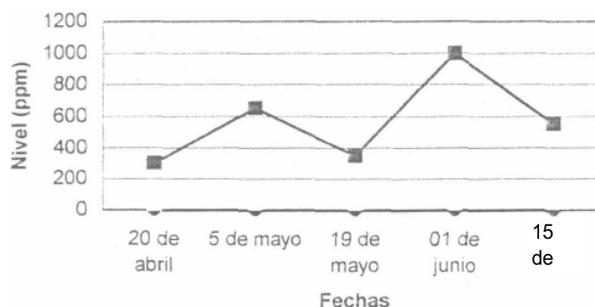
En las siguientes hojas encontrará las gráficas, de variación de cada parámetro importante y posteriormente las recomendaciones respectivas.

Resultado de los análisis

	01 de Junio	01 de Junio	15 de Junio	15 de Junio	15 de Junio	15 de Junio	15 de Junio		
Análisis	CA 1	CA 2	CA 1	CA 2	Ablandador 1	Ablandador 2	Condensado	Límites óptimos Caldero	UN
pH	12	12	11	12	7	7	7	10,5-12	
STD	4500	4600	3000	5400	150	150	140	3500-5000	ppm
Dureza Total					0	0		0	ppm
Alcalinidad F	1150	1200	650	1650					ppm
Alcalinidad T	1300	1300	750	1850					ppm
Bicarbonatos	0	0	0	0				0	ppm
Carbonatos	300	200	200	400				200	ppm
Hidróxidos	1000	1100	550	1450				200-2400	ppm
Fosfatos	46	50	50	48				30-60	ppm
Hierro							0,4		
Sulfitos	20	20	20	20				20-100	ppm
Ciclos	45	46	20	36					
% de Purga	2%	2%	5%	3%					

Gráficos de Variaciones

Dureza de alimentación Vs. Hidróxidos y Fosfatos CA 1



-Dureza Reposición

- Hidróxidos

Fosfatos

ANEXO No. 9

SECCIONES DE LAS NORMAS NFPA 13

NFPA 13

1999 Edition

Standard for the Installation of Sprinkler Systems

1-4.4* System Component Definitions.

Branch Lines. The pipes in which the sprinklers are placed, either directly or through risers.

Cross Mains. The pipes supplying the branch lines, either directly or through risers.

Feed Mains. The pipes supplying cross mains, either directly or through risers.

Flexible Listed Pipe Coupling. A listed coupling or fitting that allows axial displacement, rotation, and at least 1 degree of angular movement of the pipe without inducing harm on the pipe. For pipe diameters of 8 in. (203.2 mm) and larger, the angular movement shall be permitted to be less than 1 degree but not less than 0.5 degree.

Risers. The vertical supply pipes in a sprinkler system.

Sprig-up. A line that rises vertically and supplies a single sprinkler.

Supervisory Device. A device arranged to supervise the operative condition of automatic sprinkler systems.

System Riser. The aboveground horizontal or vertical pipe between the water supply and the mains (cross or feed) that contains a control valve (either directly or within its supply pipe) and a waterflow alarm device.

2-1.2 Ordinary Hazard Occupancies.

2-1.2.1* Ordinary Hazard (Group 1).

Ordinary hazard (Group 1) occupancies shall be occupancies or portions of other occupancies where combustibility is low, quantity of combustibles is moderate, stockpiles of combustibles do not exceed 8 ft (2.4 m), and fires with moderate rates of heat release are expected.

3-2.5* Temperature Characteristics.

3-2.5.1

The standard temperature ratings of automatic sprinklers are shown in Table 3-2.5.1. Automatic sprinklers shall have their frame arms colored in accordance with the color code designated in Table 3-2.5.1.

Exception No. 1: A dot on the top of the deflector, the color of the coating material, or colored frame arms shall be permitted for color identification of corrosion-resistant sprinklers.

Exception No. 2: Color identification shall not be required for ornamental sprinklers such as factory-plated or factory-painted sprinklers or for recessed, flush, or concealed sprinklers.

Exception No. 3: The frame arms of bulb-type sprinklers shall not be required to be color coded.

Table 3-2.5.1 Temperature Ratings, Classifications, and Color Codings

Maximum Ceiling Temperature		Temperature Rating		Temperature Classification	Color Code	Glass Bulb Colors
°F	°C	°F	°C			
100	38	135–170	57–77	Ordinary	Uncolored or black	Orange or red
150	66	175–225	79–107	Intermediate	White	Yellow or green
225	107	250–300	121–149	High	Blue	Blue
300	149	325–375	163–191	Extra high	Red	Purple
375	191	400–475	204–246	Very extra high	Green	Black
475	246	500–575	260–302	Ultra high	Orange	Black
625	329	650	343	Ultra high	Orange	Black

3-2.9 Stock of Spare Sprinklers.

3-2.9.1

A supply of spare sprinklers (never fewer than six) shall be maintained on the premises so that any sprinklers that have operated or been damaged in any way can be promptly replaced. These sprinklers shall correspond to the types and temperature ratings of the sprinklers in the property. The sprinklers shall be kept in a cabinet located where the temperature to which they are subjected will at no time exceed 100°F (38°C).

3-3 Aboveground Pipe and Tube.

3-3.3

When steel pipe listed in Table 3-3.1 is joined by threaded fittings referenced in 3-6.1 or by fittings used with pipe having cut grooves, the minimum wall thickness shall be in accordance with Schedule 30 pipe [in sizes 8 in. (203 mm) and larger] or Schedule 40 pipe [in sizes less than 8 in. (203 mm)] for pressures up to 300 psi (20.7 bar).

Exception: Pressure limitations and wall thickness for steel pipe specially listed in accordance with 3-3.5 shall be in accordance with the listing requirements.

3-10 Waterflow Alarms.

3-10.1

Waterflow alarm apparatus shall be listed for the service and so constructed and installed that any flow of water from a sprinkler system equal to or greater than that from a single automatic sprinkler of the smallest orifice size installed on the system will result in an audible alarm on the premises within 5 minutes after such flow begins and until such flow stops.

5-4.1 Standard Upright and Pendent Spray Sprinklers.

5-4.1.2 Storage.

For general storage, rack storage, rubber tire storage, roll paper storage, and baled cotton storage being protected with spray sprinklers with required densities of 0.34 gpm/ft² (13.9 mm/min) or less, standard response sprinklers with a nominal K-factor of 8.0 or larger shall be used. For required densities greater than 0.34 gpm/ft² (13.9 mm/min), standard response spray sprinklers with a K-factor of 11.2 or larger that are listed for storage applications shall be used.

Exception No. 1: For densities of 0.20 gpm/ft² (8.2 mm/min) or less, standard response sprinklers with a K-factor of 5.6 shall be permitted.

Exception No. 2: For modifications to existing systems, sprinklers with K-factors of 8.0 or less shall be permitted.

Exception No. 3: The use of quick response spray sprinklers shall be permitted when listed for such use.

5-6.4 Deflector Position (Standard Pendent and Upright Spray Sprinklers).

5-6.4.1 Distance Below Ceilings.

5-6.4.1.1

Under unobstructed construction, the distance between the sprinkler deflector and the ceiling shall be a minimum of 1 in. (25.4 mm) and a maximum of 12 in. (305 mm).

Exception: Ceiling-type sprinklers (concealed, recessed, and flush types) shall be permitted to have the operating element above the ceiling and the deflector located nearer to the ceiling where installed in accordance with their listing.

5-14.2 Drainage.

5-14.2.4.2

Drain connections for systems supply risers and mains shall be sized as shown in Table 5-14.2.4.2.

Table 5-14.2.4.2 Drain Size

Riser or Main Size	Size of Drain Connection
Up to 2 in.	3/4 in. or larger
2 1/2 in., 3 in., 3 1/2 in.	1 1/4 in. or larger
4 in. and larger	2 in. only

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

6-2 Installation of Pipe Hangers.

6-2.2* Maximum Distance between Hangers.

The maximum distance between hangers shall not exceed that specified in Table 6-2.2.

Exception: The maximum distance between hangers for listed nonmetallic pipe shall be modified as specified in the individual product listings.

Table 6-2.2 Maximum Distance Between Hangers (ft-in.)

Nominal Pipe Size (in.)	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
Steel pipe except threaded lightwall	N/A	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Threaded lightwall steel pipe	N/A	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Copper tube	8-0	8-0	10-0	10-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
CPVC	5-6	6-0	6-6	7-0	8-0	9-0	10-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polybutylene (IPS)	N/A	3-9	4-7	5-0	5-11	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polybutylene (CTS)	2-11	3-4	3-11	4-5	5-5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Ductile Iron Pipe	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15-0	N/A	15-0	N/A	15-0	15-0

For SI units, 1 in. = 25.4 mm, 1 ft = 0.3048 m.

Note: IPS — iron pipe size; CTS — copper tube size

6-4 Protection of Piping Against Damage Where Subject to Earthquakes.

6-4.4* Clearance.

Clearance shall be provided around all piping extending through walls, floors, platforms, and foundations, including drains, fire department connections, and other auxiliary piping.

6-4.5* Sway Bracing.

6-4.5.8*

Sway bracing shall be tight. For individual braces, the slenderness ratio (l/r) shall not exceed 300 where l is the length of the brace and r is the least radius of gyration. Where threaded pipe is used as part of a sway brace assembly, it shall not be less than Schedule 30. All parts and fittings of a brace shall lie in a straight line to avoid eccentric loadings on fittings and fasteners. For longitudinal braces only, the brace shall be permitted to be connected to a tab welded to the pipe in conformance with 3-6.2. For individual braces, the

slenderness ratio, l/r , shall not exceed 300 where l is the length of the brace and r is the least radius of gyration. For tension-only braces, two tension-only brace components opposing each other must be installed at each lateral or longitudinal brace location. For all braces, whether or not listed, the maximum allowable horizontal load shall be based on the weakest component of the brace with safety factors. The loads determined in 6-4.5.6 shall not exceed the lesser of the maximum allowable loads provided in Table 6-4.5.8 or the manufacturer's certified maximum allowable horizontal loads for 30- to 44-degree, 45- to 59-degree, 60- to 89-degree, and 90-degree brace angles. These certified allowable horizontal loads must include a minimum safety factor of 1.5 against the ultimate break strength of the brace components and then be further reduced according to the brace angles.

Exception: Other pipe schedules and materials not specifically included in Table 6-4.5.8 shall be permitted to be used if certified by a registered professional engineer to support the loads determined in accordance with the above criteria. Calculations shall be submitted where required by the authority having jurisdiction.

7-2.3 Water Demand Requirements — Hydraulic Calculation Methods.

7-2.3.1 General.

7-2.3.1.1*

The minimum water supply requirements for a hydraulically designed occupancy hazard fire control sprinkler system shall be determined by adding the hose stream demand from Table 7-2.3.1.1 to the water supply for sprinklers determined in 7-2.3.1.2. This supply shall be available for the minimum duration specified in Table 7-2.3.1.1.

Exception No. 1: An allowance for inside and outside hose shall not be required where tanks supply sprinklers only.

Exception No. 2: Where pumps taking suction from a private fire service main supply sprinklers only, the pump need not be sized to accommodate inside and outside hose. Such hose allowance shall be considered in evaluating the available water supplies.

Table 7-2.3.1.1† Hose Stream Demand and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems

Occupancy or Commodity Classification	Inside Hose (gpm)	Total Combined Inside and Outside Hose (gpm)	Duration (minutes)
Light hazard	0, 50, or 100	100	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	250	60-90
Extra hazard	0, 50, or 100	500	90-120
Rack storage, Class I, II, and III commodities up to 12 ft (3.7 m) in height	0, 50, or 100	250	90
Rack storage, Class IV commodities up to 10 ft (3.1 m) in height	0, 50, or 100	250	90
Rack storage, Class IV commodities up to 12 ft (3.7 m) in height	0, 50, or 100	500	90
Rack storage, Class I, II, and III commodities over 12 ft (3.7 m) in height	0, 50, or 100	500	90
Rack storage, Class IV commodities over 12 ft (3.7 m) in height and plastic commodities	0, 50, or 100	500	120
General storage, Class I, II, and III commodities over 12 ft (3.7 m) up to 20 ft (6.1 m)	0, 50, or 100	500	90
General storage, Class IV commodities over 12 ft (3.7 m) up to 20 ft (6.1 m)	0, 50, or 100	500	120
General storage, Class I, II, and III commodities over 20 ft (6.1 m) up to 30 ft (9.1 m)	0, 50, or 100	500	120
General storage, Class IV commodities over 20 ft (6.1 m) up to 30 ft (9.1 m)	0, 50, or 100	500	150

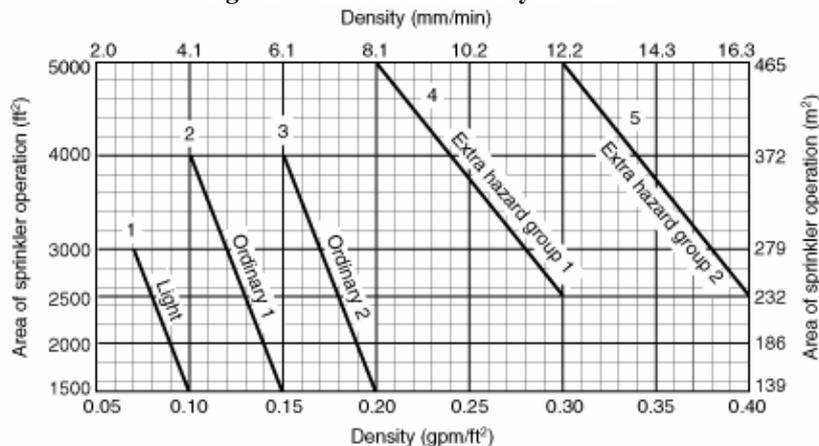
General storage, group A plastics ≤ 5 ft (1.5 m)	0, 50, or 100	250	90
General storage, group A plastics over 5 ft (1.5 m) up to 20 ft (6.1 m)	0, 50, or 100	500	120
General storage, group A plastics over 20 ft (6.1 m) up to 25 ft (7.6 m)	0, 50, or 100	500	150

For SI units, 1 gpm = 3.785 L/min.

7-2.3.1.2

The water supply for sprinklers only shall be determined either from the area/density curves of Figure 7-2.3.1.2 in accordance with the method of 7-2.3.2 or be based upon the room design method in accordance with 7-2.3.3, at the discretion of the designer. For special areas under consideration, as described in 7-2.3.4, separate hydraulic calculations shall be required in addition to those required by 7-2.3.2 or 7-2.3.3.

Figure 7-2.3.1.2 Area/density curves.



8-4.2 Formulas.

8-4.2.1 Friction Loss Formula.

Pipe friction losses shall be determined on the basis of the Hazen-Williams formula, as follows:

$$p = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Where:

p = frictional resistance in psi per foot of pipe

Q = flow in gpm

C = friction loss coefficient

d = actual internal diameter of pipe in inches

For SI units, the following equation shall be used:

8-4.3 Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings.

8-4.3.1

Table 8-4.3.1 shall be used to determine the equivalent length of pipe for fittings and devices unless manufacturer's test data indicate that other factors are appropriate. For saddle-type fittings having friction loss greater than that shown in Table 8-4.3.1, the increased friction loss shall be included in hydraulic calculations. For internal pipe diameters different from Schedule 40 steel pipe, the equivalent feet shown in Table 8-4.3.1 shall be multiplied by a factor derived from the following formula:

$$\left(\frac{\text{Actual inside diameter}}{\text{Schedule 40 steel pipe inside diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$$

The factor thus obtained shall be further modified as required by Table 8-4.3.1. This table shall apply to other types of pipe listed in Table 8-4.3.1 only where modified by factors from 8-4.3.1 and 8-4.3.2.

Table 8-4.3.1 Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet of Pipe														
	1/2 in.	3/4 in.	1 in.	1 1/4 in.	1 1/2 in.	2 in.	2 1/2 in.	3 in.	3 1/2 in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
45° elbow	—	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
90° standard elbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
90° long-turn elbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee or cross (flow turned 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Butterfly valve	—	—	—	—	—	6	7	10	—	12	9	10	12	19	21
Gate valve	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Swing check*	—	—	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

For SI units, 1 in. = 25.4 mm, 1 ft = 0.3048 m.

Notes:

1. This table applies to all types of pipe listed in Table 8-4.4.5.
2. Information on 1/2-in. pipe is included in this table only because it is allowed under 5-13.20.2 and 5-13.20.3.

* Due to the variations in design of swing check valves, the pipe equivalents indicated in this table are considered average.

8-4.4* Calculation Procedure.

8-4.4.5

Pipe friction loss shall be calculated in accordance with the Hazen-Williams formula with C values from Table 8-4.4.5.

(a) Include pipe, fittings, and devices such as valves, meters, and strainers, and calculate elevation changes that affect the sprinkler discharge.

Exception: Tie-in drain piping shall not be included in the hydraulic calculations.

(b) Calculate the loss for a tee or a cross where flow direction change occurs based on the equivalent pipe length of the piping segment in which the fitting is included. The tee at the top of a riser nipple shall be included in the branch line, the tee at the base of a riser nipple shall be included in the riser nipple and the tee or cross at a cross main-feed main junction shall be included in the cross main. Do not include fitting loss for straight-through flow in a tee or cross.

(c) Calculate the loss of reducing elbows based on the equivalent feet value of the smallest outlet. Use the equivalent feet value for the standard elbow on any abrupt 90-degree turn, such as the screw-type pattern. Use the equivalent feet value for the long-turn elbow on any sweeping 90-degree turn, such as a flanged, welded, or mechanical joint-elbow type. (See Table 8-4.3.1.)

(d) Friction loss shall be excluded for the fitting directly connected to a sprinkler.

(e) Losses through a pressure-reducing valve shall be included based on the normal inlet pressure condition. Pressure loss data from the manufacturer's literature shall be used.

Table 8-4.4.5 Hazen-Williams C Values

Pipe or Tube	C Value*
Unlined cast or ductile iron	100
Black steel (dry systems including preaction)	100
Black steel (wet systems including deluge)	120
Galvanized (all)	120
Plastic (listed) all	150
Cement lined cast or ductile iron	140
Copper tube or stainless steel	150
Asbestos cement	140
Concrete	140

* The authority having jurisdiction is permitted to consider other C values.

8-7* Exposure Systems.

Exposure sprinklers shall be hydraulically calculated using Table 8-7 and a relative classification of exposures guide number.

Table 8-7 Exposure Protection

Section A — Window Sprinklers					
Guide Number	Level of Window Sprinkler	Window Sprinkler Orifice Size	Discharge Coefficient (K-factor)	Flow Rate (Q) (gpm)	Application Rate Over 25 ft of Window Area (gpm/ft²)
1.50 or less	Top 2 levels	3/8 in. (9.5 mm)	2.8	7.4	0.30
	Next lower 2 levels	5/16 in. (7.9 mm)	1.9	5.0	0.20
	Next lower 2 levels	1/4 in. (6.4 mm)	1.4	3.7	0.15
1.51–2.20	Top 2 levels	1/2 in. (12.7 mm)	5.6	14.8	0.59
	Next lower 2 levels	7/16 in. (11.1 mm)	4.2	11.1	0.44
	Next lower 2 levels	3/8 in. (9.5 mm)	2.8	7.4	0.30
2.21–13.15	Top 2 levels	5/8 in. (15.9 mm)	11.2	29.6	1.18
	Next lower 2 levels	17/32 in. (13.5 mm)	8.0	21.2	0.85
	Next lower 2 levels	1/2 in. (12.7 mm)	5.6	14.8	0.59
Section B — Cornice Sprinklers					
Guide Number	Cornice Sprinkler Orifice Size		Application Rate per Lineal Foot (gpm)		
1.50 or less	3/8 in. (9.5 mm)		0.75		
1.51–2.20	1/2 in. (12.7 mm)		1.50		
2.21–13.15	5/8 in. (15.9 mm)		3.00		

For SI units, 1 in. = 25.4 mm; 1 gpm = 3.785 L/min; 1 gpm/ft² = 40.76 mm/min.

10-2 Acceptance Requirements.

10-2.1* Flushing of Piping.

Fire service mains (from the water supply to the system riser) and lead-in connections to system risers shall be completely flushed before connection is made to sprinkler piping. The flushing operation shall be continued for a sufficient time to ensure thorough cleaning. The minimum rate of flow shall be not less than one of the following:

- (1) The hydraulically calculated water demand rate of the system including any hose requirements
- (2) That flow necessary to provide a velocity of 10 ft/sec (3.1 m/sec) [see Table 10-2.1(2)]
- (3) The maximum flow rate available to the system under fire conditions

Table 10-2.1(2) Flow Required to Produce a Velocity of 10 ft/sec (3 m/sec) in Pipes

Pipe Size		Flow Rate	
in.	mm	gpm	L/min
4	102	390	1476
6	152	880	3331
8	203	1560	5905
10	254	2440	9235
12	305	3520	13323

A-3-3.2

Table A-3-3.2 Steel Pipe Dimensions

Nominal Pipe Size	Schedule 10 ^a						Schedule 30				Schedule 40			
	Outside Diameter		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
¹ / ₂ ^b	0.840	21.3	0.674	17.0	0.083	2.1	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.8
³ / ₄ ^b	1.050	26.7	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.9
1	1.315	33.4	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—	1.049	26.6	0.133	3.4
¹ / ₄	1.660	42.2	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—	1.380	35.1	0.140	3.6
¹ / ₂	1.900	48.3	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—	1.610	40.9	0.145	3.7
2	2.375	60.3	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—	2.067	52.5	0.154	3.9
² / ₂	2.875	73.0	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—	2.469	62.7	0.203	5.2
3	3.500	88.9	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—	3.068	77.9	0.216	5.5
³ / ₂	4.000	101.6	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—	3.548	90.1	0.226	5.7
4	4.500	114.3	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—	4.026	102.3	0.237	6.0
5	5.563	141.3	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.6
6	6.625	168.3	6.357	161.5	0.134 ^c	3.4	—	—	—	—	6.065	154.1	0.280	7.1
8	8.625	219.1	8.249	209.5	0.188 ^c	4.8	8.071	205.0	0.277	7.0	7.981	—	0.322	—
10	10.750	273.1	10.370	263.4	0.188 ^c	4.8	10.140	257.6	0.307	7.8	10.020	—	0.365	—
12	12.750	—	12.090	—	0.330	—	—	—	—	—	11.938	—	0.406	—

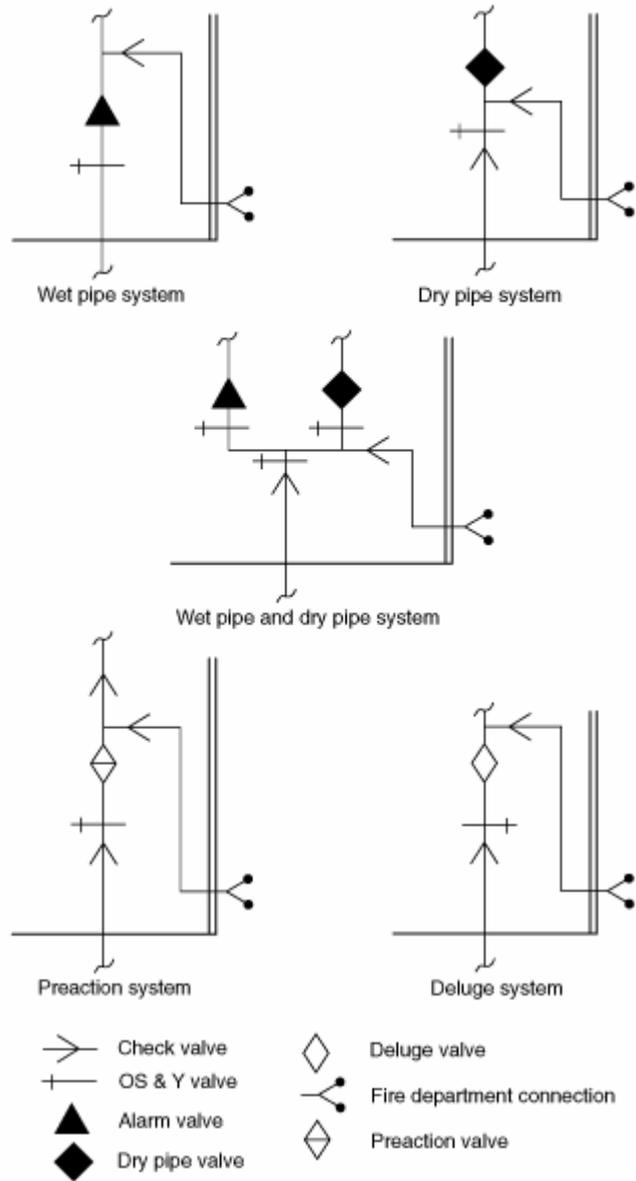
^a Schedule 10 defined to 5-in. (127-mm) nominal pipe size by ASTM A 135, *Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe*.

^b These values applicable when used in conjunction with 5-13.20.2 and 5-13.20.3.

^c Wall thickness specified in 3-3.2 and 3-3.3.

A-5-14.1.1

Figure A-5-14.1.1 Examples of acceptable valve arrangements.



A-7-2.2.3

The additional pressure that is needed at the level of the water supply to account for sprinkler elevation is 0.433 psi/ft (0.098 bar/m) of elevation above the water supply. When backflow prevention valves are installed on pipe schedule systems, the friction losses of the device must be accounted for when determining acceptable residual pressure at the top level of sprinklers. The friction loss [in psi (bar)] should be added to the elevation loss and the residual pressure at the top row of sprinklers to determine the total pressure needed at the water supply.

ANEXO No. 10

**SECCIONES DE LAS NORMAS NFPA 10, 11, 15,
16, 20 Y 704**

NFPA 10

1998 Edition

Standard for Portable Fire Extinguishers

1-3 Definitions.

Class A Fires. Fires in ordinary combustible materials, such as wood, cloth, paper, rubber, and many plastics.

Class B Fires. Fires in flammable liquids, combustible liquids, petroleum greases, tars, oils, oil-based paints, solvents, lacquers, alcohols, and flammable gases.

Class C Fires. Fires that involve energized electrical equipment where the electrical nonconductivity of the extinguishing media is of importance. (When electrical equipment is de-energized, fire extinguishers for Class A or Class B fires can be used safely.)

Class D Fires. Fires in combustible metals, such as magnesium, titanium, zirconium, sodium, lithium, and potassium.

Class K Fires. Fires in cooking appliances that involve combustible cooking media (vegetable or animal oils and fats).

2-2 Selection by Hazard.

2-2.1

Fire extinguishers shall be selected for the class(es) of hazards to be protected in accordance with the following subdivisions. (For specific hazards, see Section 2-3.)

2-2.1.1*

Fire extinguishers for protecting Class A hazards shall be selected from the following:

- (a) Water type
- (b) Halogenated agent type (For halon agent-type fire extinguishers, see 2-1.1.)
- (c) Multipurpose dry chemical type
- (d) Wet chemical type

2-2.1.2

Fire extinguishers for protection of Class B hazards shall be selected from the following:

- (a) Aqueous film-forming foam (AFFF)
- (b) Film-forming fluoroprotein foam (FFFP)
- (c) Carbon dioxide
- (d) Dry chemical type
- (e) Halogenated agent type (For halon agent-type fire extinguishers, see 2-1.1.)

2-2.1.3* Fire extinguishers for protection of Class C hazards shall be selected from types that are specifically listed for use on Class C hazards. (For halon agent-type fire extinguishers, see 2-1.1.)

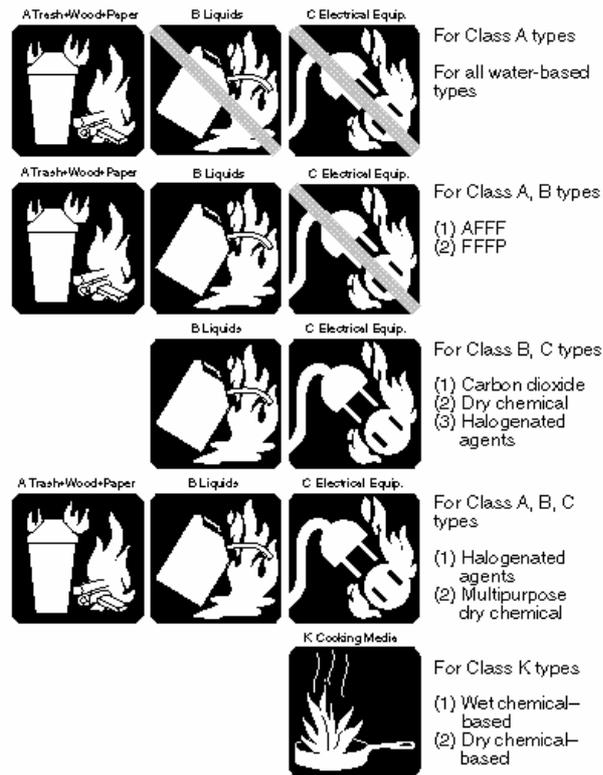
NOTE: Carbon dioxide fire extinguishers equipped with metal horns are not considered safe for use on fires in energized electrical equipment and, therefore, are not classified for use on Class C hazards.

2-2.1.4* Fire extinguishers and extinguishing agents for the protection of Class D hazards shall be of types approved for use on the specific combustible-metal hazard.

2-2.1.5 Fire extinguishers and extinguishing agents for the protection of Class K hazards shall be selected from either a wet chemical type or dry chemical type.

B-2 Recommended Marking System.

B-2.1 The recommended marking system is a pictorial concept that combines the uses and nonuses of fire extinguishers on a single label. (See Figure B-2.1.)



Note: Recommended colors, per PMS (Pantone Matching System) include the following:

BLUE — 299

RED — Warm Red

Figure B-2.1 Recommended marking system.

NFPA 11

1998 Edition

Standard for Low-Expansion Foam

1-1 Scope.

This standard covers the characteristics of foam-producing materials used for fire protection and the requirements for the design, installation, operation, testing, and maintenance of equipment and systems, for flammable and combustible liquid hazards and local areas within buildings, and storage tanks and indoor and outdoor processing areas.

It is not the intent of this standard to specify where foam protection is required. (To determine where foam protection is required, see applicable standards such as NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code.) Foam can be applied to protect the surface of a flammable liquid that is not burning. The foam concentrate manufacturer shall be consulted to determine the optimum method of application, rate of discharge, application density, and frequency of reapplication required to establish and maintain the integrity of the foam blanket.

1-4 Definitions.

Foam. Fire-fighting foam, within the scope of this standard, is a stable aggregation of small bubbles of lower density than oil or water that exhibits a tenacity for covering horizontal surfaces. Air foam is made by mixing air into a water solution, containing a foam concentrate, by means of suitably designed equipment. It flows freely over a burning liquid surface and forms a tough, air-excluding, continuous blanket that seals volatile combustible vapors from access to air. It resists disruption from wind and draft or heat and flame attack and is capable of resealing in case of mechanical rupture. Fire-fighting foams retain these properties for relatively long periods of time. Foams also are defined by expansion and are arbitrarily subdivided into three ranges of expansion. These ranges correspond broadly to certain types of usage described below. The three ranges are as follows:

- (a) Low-expansion foam - expansion up to 20
- (b) Medium-expansion foam - expansion from 20 to 200
- (c) High-expansion foam - expansion from 200 to 1000

Foam Concentrate. Foam concentrate is a concentrated liquid foaming agent as received from the manufacturer. For the purpose of this document, "foam concentrate" and "concentrate" are used interchangeably.

(a) Protein-Foam Concentrates. Protein-foam concentrates consist primarily of products from a protein hydrolysate, plus stabilizing additives and inhibitors to protect against freezing, to prevent corrosion of equipment and containers, to resist bacterial decomposition, to control viscosity, and to otherwise ensure readiness for use under emergency conditions. They are diluted with water to form 3 percent to 6 percent solutions depending on the type. These concentrates are compatible with certain dry chemicals.

(b) Fluoroprotein-Foam Concentrates. Fluoroprotein-foam concentrates are very similar to protein-foam concentrates but have a synthetic fluorinated surfactant additive. In addition to an air-excluding foam blanket, they also can deposit a vaporization-preventing film on the surface of a liquid fuel. They are diluted with water to form 3 percent to 6 percent solutions depending on the type. These concentrates are compatible with certain dry chemicals.

(c) Synthetic-Foam Concentrates. Synthetic-foam concentrates are based on foaming agents other than hydrolyzed proteins and include the following:

1. Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrates. These concentrates are based on fluorinated surfactants plus foam stabilizers and usually are diluted with water to a 1 percent, 3 percent, or 6 percent solution. The foam formed acts as a barrier both to exclude air or oxygen and to develop an aqueous film on the fuel surface that is capable of suppressing the evolution of fuel vapors. The foam produced with AFFF concentrate is dry chemical compatible and thus is suitable for combined use with dry chemicals.

2. Medium- and High-Expansion Foam Concentrates. These concentrates, which are usually derived from hydrocarbon surfactants, are used in specially designed equipment to produce foams having foam-to-solution volume ratios of 20:1 to approximately 1000:1. This equipment can be air-aspirating or blower-fan type. Guidance for the use of these materials is provided in NFPA 11A, Standard for Medium- and High-Expansion Foam Systems.

3. Other Synthetic-Foam Concentrates. Other synthetic-foam concentrates also are based on hydrocarbon surface active agents and are listed as wetting agents, foaming agents, or both. In general, their use is limited to portable nozzle foam application for spill fires within the scope of their listings. The appropriate listings shall be consulted to determine proper application rates and methods. (See NFPA 18, Standard on Wetting Agents.)

(d) Film-Forming Fluoroprotein (FFFP) Foam Concentrates. These concentrates use fluorinated surfactants to produce a fluid aqueous film for suppressing hydrocarbon fuel vapors. This type of foam utilizes a protein base plus stabilizing additives and inhibitors to protect against freezing, corrosion, and bacterial decomposition, and it also resists fuel pickup. The foam is usually diluted with water to a 3 percent or 6 percent solution and is dry chemical compatible.

(e) Alcohol-Resistant Foam Concentrates. These concentrates are used for fighting fires on water-soluble materials and other fuels destructive to regular, AFFF, or FFFP foams, as well as for fires involving hydrocarbons. There are three general types. One is based on water-soluble natural polymers, such as protein or fluoroprotein concentrates, and also contains alcohol-insoluble materials that precipitate as an insoluble barrier in the bubble structure.

The second type is based on synthetic concentrates and contains a gelling agent that surrounds the foam bubbles and forms a protective raft on the surface of water-soluble fuels; these foams can also have film-forming characteristics on hydrocarbon fuels.

The third type is based on both water-soluble natural polymers, such as fluoroprotein, and contains a gelling agent that protects the foam from water-soluble fuels. This foam can also have film-forming and fluoroprotein characteristics on hydrocarbon fuels.

Alcohol-resistant foam concentrates are generally used in concentrations of 3 to 10 percent solutions, depending on the nature of the hazard to be protected and the type of concentrate.

NFPA 15
1996 Edition
Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection

2-3.7 Minimum Pipe Size.

The minimum pipe size shall be 1 in. for steel and galvanized steel, and 3/4 in. (19 mm) for copper and stainless steel.

5-5.1.5 Nozzle Discharge Formula. The discharge of a nozzle shall be calculated by the formula:

$$Q = K \sqrt{P}$$

Where Q is the gpm flowing from the nozzle, K is the nozzle K-factor, and P is the total pressure in psi at the flow Q;

$$Q_m = K_m \sqrt{P_m}$$

Where $K_m = 14.4 K$

Where Q_m is the flow in L/min, K_m is the nozzle K-factor, and P_m is the total pressure in bars at the flow Q_m .

Exception: The normal pressure (P_n), calculated by subtracting the velocity pressure (P_v) from the total pressure (P_t), shall be permitted to be used to calculate the nozzle discharge, unless nozzle is an end nozzle, when normal pressure (P_n) is permitted per Section 5-1.3 Exception.

NFPA 16
1999 Edition
**Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water
Spray Systems**

4-3.2* Discharge Criteria.

The design discharge density shall be in accordance with the applicable occupancy standard for water or foam-water systems but in no case less than 0.16 gpm/ft² (6.5 L/min·m²). Water-soluble and certain flammable and combustible liquids and polar solvents that are destructive to conventional foams necessitate the use of alcohol-resistant foams. In all cases, the manufacturer of the foam concentrate and the foam-making equipment shall be consulted regarding limitations and for recommendations based on listings or specific fire tests.

4-3.3 Discharge Duration.

4-3.3.1

The foam solution shall be designed to discharge for a period of 10 minutes (based on the density as specified in 4-3.2) over the entire system area for deluge and spray foam-water systems and over the design area for wet pipe, dry pipe, and preaction foam-water systems.

4-3.7.2

Sprinkler spacing shall not exceed 100 ft² (9.3 m²) per sprinkler or exceed 12 ft (3.7 m) spacing between sprinklers on a branch line or between branch lines.

Exception: Where applicable occupancy standards specify a sprinkler spacing different from that specified in 4-3.7.2, the occupancy standards shall take precedence.

NFPA 20 1999 Edition

Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection

2-3* Rated Pump Capacities.

Fire pumps shall have the following rated capacities in gpm (L/min) and shall be rated at net pressures of 40 psi (2.7 bar) or more (see Table 2-3). Pumps for ratings over 5000 gpm (18,925 L/min) are subject to individual review by either the authority having jurisdiction or a listing laboratory.

2-20 Summary of Fire Pump Data.

The sizes indicated in Table 2-20 shall be used.

Table 2-20 Summary of Fire Pump Data

Pump Rating		Minimum Pipe Sizes (Nominal)						
		Suction ^{1, 2} (in.)	Discharge ¹ (in.)	Relief Valve (in.)	Relief Valve Discharge (in.)	Meter Device (in.)	Number and Size of Hose Valves (in.)	Hose Header Supply (in.)
gpm	L/min							
25	95	1	1	3/4	1	1 1/4	1 — 1 1/2	1
50	189	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 — 1 1/2	1 1/2
100	379	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 — 2 1/2	2 1/2
150	568	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 — 2 1/2	2 1/2
200	757	3	3	2	2 1/2	3	1 — 2 1/2	2 1/2
250	946	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 — 2 1/2	3
300	1,136	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 — 2 1/2	3
400	1,514	4	4	3	5	4	2 — 2 1/2	4
450	1,703	5	5	3	5	4	2 — 2 1/2	4
500	1,892	5	5	3	5	5	2 — 2 1/2	4
750	2,839	6	6	4	6	5	3 — 2 1/2	6
1,000	3,785	8	6	4	8	6	4 — 2 1/2	6
1,250	4,731	8	8	6	8	6	6 — 2 1/2	8
1,500	5,677	8	8	6	8	8	6 — 2 1/2	8
2,000	7,570	10	10	6	10	8	6 — 2 1/2	8
2,500	9,462	10	10	6	10	8	8 — 2 1/2	10
3,000	11,355	12	12	8	12	8	12 — 2 1/2	10
3,500	13,247	12	12	8	12	10	12 — 2 1/2	12
4,000	15,140	14	12	8	14	10	16 — 2 1/2	12
4,500	17,032	16	14	8	14	10	16 — 2 1/2	12
5,000	18,925	16	14	8	14	10	20 — 2 1/2	12

1 Actual diameter of pump flange is permitted to be different from pipe diameter.

2 Applies only to that portion of suction pipe specified in 2-9.3.

3-2* Factory and Field Performance.

Pumps shall furnish not less than 150 percent of rated capacity at not less than 65 percent of total rated head. The shutoff head shall not exceed 140 percent of rated head for any type pump. (See Figure A-3-2.)

A-1-8 Head.

The unit for measuring head is the foot (meter). The relation between a pressure expressed in pounds per square inch (bar) and a pressure expressed in feet (meters) of head is expressed by the following formulas:

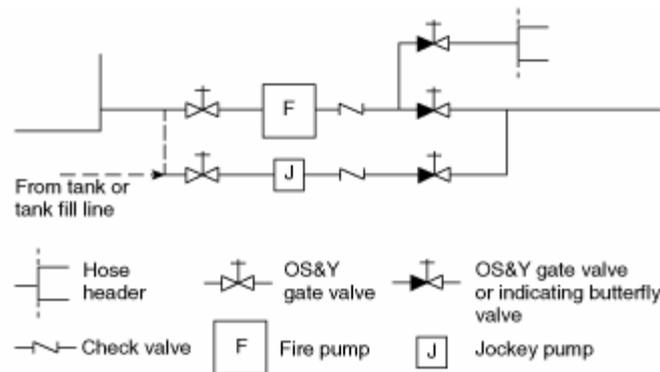
$$\text{head in feet} = \frac{\text{pressure in psi}}{0.433 \text{ specific gravity}}$$

$$\text{head in meters} = \frac{\text{pressure in bar}}{0.098 \text{ specific gravity}}$$

In terms of foot-pounds (meter-kilograms) of energy per pound (kilogram) of water, all head quantities have the dimensions of feet (meters) of water. All pressure readings are converted into feet (meters) of the water being pumped.

A-2-19.3

Figure A-2-19.3 Jockey pump installation with fire pump.



NFPA 704
1996 Edition
Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for
Emergency Response

Chapter 2 Health Hazards

2-1 General.

2-1.5

The degree of hazard shall indicate to fire fighting and emergency response personnel one of the following: that they can work safely only with specialized protective equipment; that they can work safely with suitable respiratory protective equipment; or that they can work safely in the area with ordinary clothing.

2-2 Definitions.

Health Hazard. The likelihood of a material to cause, either directly or indirectly, temporary or permanent injury or incapacitation due to an acute exposure by contact, inhalation, or ingestion.

2-3 Degrees of Hazard.

2-3.1*

The degrees of health hazard shall be ranked according to the probable severity of the effects of exposure to emergency response personnel. For each degree of hazard the criteria are listed in a priority order based upon the likelihood of exposure. Data from all routes of exposure shall be considered when applying professional judgment to assign a health hazard rating.

4 Materials that, under emergency conditions, can be lethal. The following criteria shall be considered when rating materials:

Gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is less than or equal to 1000 parts per million (ppm);

Any liquid whose saturated vapor concentration at 68°F (20°C) is equal to or greater than ten times its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 1000 parts per million (ppm);

Dusts and mists whose LC50 for acute inhalation toxicity is less than or equal to 0.5 milligrams per liter (mg/L);

Materials whose LD50 for acute dermal toxicity is less than or equal to 40 milligrams per kilogram (mg/kg);

Materials whose LD50 for acute oral toxicity is less than or equal to 5 milligrams per kilogram (mg/kg).

3 Materials that, under emergency conditions, can cause serious or permanent injury. The following criteria shall be considered when rating materials:

Gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 1000 parts per million (ppm), but less than or equal to 3000 parts per million (ppm);

Any liquid whose saturated vapor concentration at 68°F (20°C) is equal to or greater than its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 3000 parts per million (ppm) and that does not meet the criteria for degree of hazard 4;

Dusts and mist whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 0.5 milligrams per liter (mg/L), but less than or equal to 2 milligrams per liter (mg/L);

Materials whose LD50 for acute dermal toxicity is greater than 40 milligrams per kilogram (mg/kg), but less than or equal to 200 milligrams per kilogram (mg/kg);

Materials that are corrosive to the respiratory tract;

Materials that are corrosive to the eye or cause irreversible corneal opacity;

Materials that are severely irritating and/or corrosive to skin;

Materials whose LD50 for acute oral toxicity is greater than 5 milligrams per kilogram (mg/kg), but less than or equal to 50 milligrams per kilogram (mg/kg).

2 Materials that, under emergency conditions, can cause temporary incapacitation or residual injury. The following criteria shall be considered when rating materials:

Gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 3000 parts per million (ppm), but less than or equal to 5000 parts per million (ppm);

Any liquid whose saturated vapor concentration at 68°F (20°C) is equal to or greater than one-fifth (1/5) its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 5000 parts per million (ppm) and that does not meet the criteria for either degree of hazard 3 or degree of hazard 4;

Dusts and mists whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 2 milligrams per liter (mg/L), but less than or equal to 10 milligrams per liter (mg/L);

Materials whose LD50 for acute dermal toxicity is greater than 200 milligrams per kilogram (mg/kg), but less than or equal to 1000 milligrams per kilogram (mg/kg);

Materials that are respiratory irritants;

Materials that cause irritating but reversible injury to the eyes;

Materials that are primary skin irritants or sensitizers;

Materials whose LD50 for acute oral toxicity is greater than 50 milligrams per kilogram, but less than or equal to 500 milligrams per kilogram (mg/kg).

1 Materials that, under emergency conditions, can cause significant irritation. The following criteria shall be considered when rating materials:

Gases and vapors whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 5000 parts per million (ppm), but less than or equal to 10,000 parts per million (ppm);

Dusts and mists whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 10 milligrams per liter (mg/L), but less than or equal to 200 milligrams per liter (mg/L);

Materials whose LD50 for acute dermal toxicity is greater than 1000 milligrams per kilogram (mg/kg), but less than or equal to 2000 milligrams per kilogram (mg/kg);

Materials that are slightly irritating to the respiratory tract, eyes, and skin;

Materials whose LD50 for acute oral toxicity is greater than 500 milligrams per kilogram (mg/kg), but less than or equal to 2000 milligrams per kilogram (mg/kg).

0 Materials that, under emergency conditions, would offer no hazard beyond that of ordinary combustible materials. The following criteria shall be considered when rating materials:

Gases and vapors whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 10,000 parts per million (ppm);

Dusts and mists whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 200 milligrams per liter (mg/L);

Materials whose LD50 for acute dermal toxicity is greater than 2000 milligrams per kilogram (mg/kg);

Materials whose LD50 for acute oral toxicity is greater than 2000 milligrams per kilogram (mg/kg);

Essentially nonirritating to the respiratory tract, eyes, and skin.

Chapter 3 Flammability Hazards

3-1 General.

3-1.1

This chapter shall address the degree of susceptibility of materials to burning. Since many materials will burn under one set of conditions but will not burn under others, the form or condition of the material shall be considered, along with its inherent properties. The definitions for liquid classification are found in NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code.

3-2 Degrees of Hazard.

3-2.1*

The degrees of hazard shall be ranked according to the susceptibility of materials to burning as follows:

4 Materials that will rapidly or completely vaporize at atmospheric pressure and normal ambient temperature or that are readily dispersed in air, and which will burn readily. This includes:

Flammable gases;

Flammable cryogenic materials;

Any liquid or gaseous material that is liquid while under pressure and has a flash point below 73°F (22.8°C) and a boiling point below 100°F (37.8°C) (i.e., Class IA liquids);

Materials that ignite spontaneously when exposed to air.

3 Liquids and solids that can be ignited under almost all ambient temperature conditions. Materials in this degree produce hazardous atmospheres with air under almost all ambient temperatures or, though unaffected by ambient temperatures, are readily ignited under almost all conditions. This includes:

Liquids having a flash point below 73°F (22.8°C) and having a boiling point at or above 100°F (37.8°C) and those liquids having a flash point at or above 73°F (22.8°C) and below 100°F (37.8°C) (i.e., Class IB and Class IC liquids);

Materials that on account of their physical form or environmental conditions can form explosive mixtures with air and that are readily dispersed in air;

Materials that burn with extreme rapidity, usually by reason of self-contained oxygen (e.g., dry nitrocellulose and many organic peroxides).

2 Materials that must be moderately heated or exposed to relatively high ambient temperatures before ignition can occur. Materials in this degree would not under normal conditions form hazardous atmospheres with air, but under high ambient temperatures or under moderate heating might release vapor in sufficient quantities to produce hazardous atmospheres with air. This includes:

Liquids having a flash point at or above 100°F (37.8°C) and below 200°F (93.4°C) (i.e., Class II and Class IIIA liquids);

Solid materials in the form of coarse dusts that burn rapidly but that generally do not form explosive atmospheres with air;

Solid materials in a fibrous or shredded form that burn rapidly and create flash fire hazards, such as cotton, sisal, and hemp;

Solids and semisolids that readily give off flammable vapors.

1 Materials that must be preheated before ignition can occur. Materials in this degree require considerable preheating, under all ambient temperature conditions, before ignition and combustion can occur. This includes:

Materials that will burn in air when exposed to a temperature of 1500°F (815.5°C) for a period of 5 min or less;

Liquids, solids, and semisolids having a flash point at or above 200°F (93.4°C) (i.e., Class IIIB liquids);

Liquids with a flash point greater than 95°F (35°C) that do not sustain combustion when tested using the Method of Testing for Sustained Combustibility, per 49 CFR Part 173 Appendix H, or the UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, 8th Revised Edition.

Liquids with a flash point greater than 95°F (35°C) in a water-miscible solution or dispersion with a water noncombustible liquid/solid content of more than 85 percent by weight.

Liquids that have no fire point when tested by ASTM D 92, Standard Test Method for Flash Point and Fire Point by Cleveland Open Cup, up to the boiling point of the liquid or up to a temperature at which the sample being tested shows an obvious physical change;

Most ordinary combustible materials.

0 Materials that will not burn. This includes any material that will not burn in air when exposed to a temperature of 1500°F (815.5°C) for a period of 5 min.

Chapter 4 Instability Hazards

4-1 General.

4-1.1

This chapter shall address the degree of susceptibility of materials to release energy. Some materials are capable of rapid release of energy by themselves, through self-reaction or polymerization, or can undergo violent explosive reaction through contact with water or other extinguishing agents or with certain other materials.

4-2 Definitions.

4-2.3

Stable materials are those that normally have the capacity to resist changes in their chemical composition, despite exposure to air, water, and heat as encountered in fire emergencies.

4-3 Degrees of Hazard.

4-3.1

The degrees of hazard shall be ranked according to ease, rate, and quantity of energy release as follows:

4 Materials that in themselves are readily capable of detonation or explosive decomposition or explosive reaction at normal temperatures and pressures. This includes materials that are sensitive to localized thermal or mechanical shock at normal temperatures and pressures.
Materials that have an instantaneous power density (product of heat of reaction and reaction rate) at 482°F (250°C) of 1000 W/mL or greater.

3 Materials that in themselves are capable of detonation or explosive decomposition or explosive reaction, but that require a strong initiating source or that must be heated under confinement before initiation. This includes:
Materials that have an instantaneous power density (product of heat of reaction and reaction rate) at 482°F (250°C) at or above 100 W/mL and below 1000 W/mL;
Materials that are sensitive to thermal or mechanical shock at elevated temperatures and pressures;
Materials that react explosively with water without requiring heat or confinement.

2 Materials that readily undergo violent chemical change at elevated temperatures and pressures. This includes:
Materials that have an instantaneous power density (product of heat of reaction and reaction rate) at 482°F (250°C) at or above 10 W/mL and below 100 W/mL;
Materials that react violently with water or form potentially explosive mixtures with water.

1 Materials that in themselves are normally stable, but that can become unstable at elevated temperatures and pressures. This includes:
Materials that have an instantaneous power density (product of heat of reaction and reaction rate) at 482°F (250°C) at or above 0.01 W/mL and below 10 W/mL;
Materials that react vigorously with water, but not violently;
Materials that change or decompose on exposure to air, light, or moisture.

0 Materials that in themselves are normally stable, even under fire conditions. This includes:
Materials that have an instantaneous power density (product of heat of reaction and reaction rate) at 482°F (250°C) below 0.01 W/mL;
Materials that do not react with water;
Materials that do not exhibit an exotherm at temperature less than or equal to 932°F (500°C) when tested by differential scanning calorimetry.

Chapter 5 Special Hazards

5-1 General.

5-1.1

This chapter shall address the other properties of the material that cause special problems or require special fire-fighting techniques.

5-1.2

Special hazards symbols shall be shown in the fourth space of the diagram or immediately above or below the entire symbol.

5-2 Symbols.

5-2.1

Materials that demonstrate unusual reactivity with water shall be identified by the letter W with a horizontal line through the center (W).

5-2.2

Materials that possess oxidizing properties shall be identified by the letters OX.

Chapter 6 Identification of Materials by Hazard Rating System

6-1

One of the systems delineated in the following illustrations shall be used for the implementation of this standard.



Figure 1 For use where specified color background is used with numerals of contrasting colors.

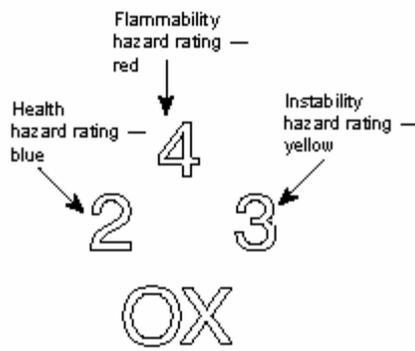


Figure 2 For use where white background is necessary.

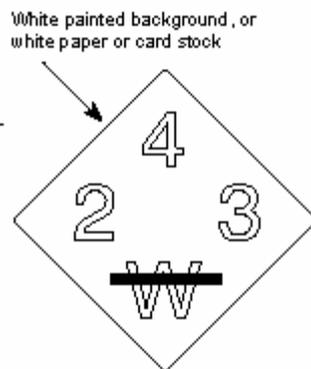
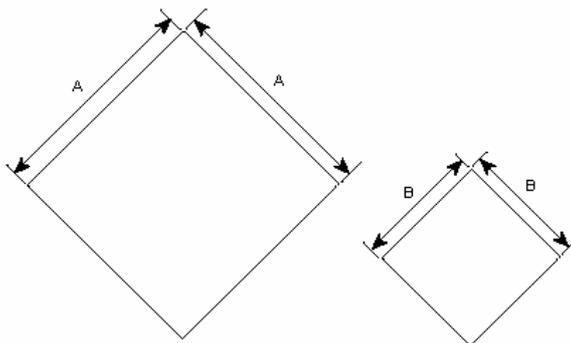


Figure 3 For use where white background is used with painted numerals, or for use when hazard rating is in the form of sign or placard.

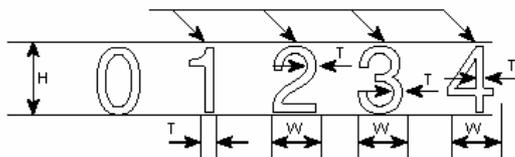
Figure 6-1 Alternate arrangements for display of NFPA 704 Hazard Identification System.



When painted (use same dimensions for sign or placard)

When made from adhesive-backed plastic (one for each numeral, three necessary for each complete hazard rating)

Color of numerals 1, 2, 3, 4 should be as indicated



Note: Style of numerals shown is optional.

Figure 6-2 Dimensions of NFPA 704 placard and numerals.

Minimum dimensions of white background for hazard ratings (white background is optional)

Size of hazard ratings	H	W	T	A	B
1 (2.54)	0.7 (1.8)	$\frac{3}{16}$ (0.4)	$2\frac{1}{2}$ (6.35)	$1\frac{1}{4}$ (3.18)	
2 (5.08)	1.4 (3.6)	$\frac{5}{16}$ (0.79)	5 (12.7)	$2\frac{1}{2}$ (6.35)	
3 (7.62)	2.1 (5.3)	$\frac{1}{2}$ (1.19)	$7\frac{1}{2}$ (19.05)	$3\frac{3}{4}$ (9.53)	
4 (10.16)	2.8 (7.1)	$\frac{5}{8}$ (1.59)	10 (25.4)	5 (12.7)	
6 (15.24)	4.2 (10.7)	$\frac{1}{2}$ (2.38)	15 (38.1)	$7\frac{1}{2}$ (19.05)	

All dimensions given in inches (cm)

Exception: For containers with a capacity of one gallon or less, symbols may be reduced in size, provided:

1. This reduction is proportionate.
2. The color coding is retained.
3. The vertical and horizontal dimensions of the diamond are not less than 1 in. (2.5 cm).
4. The individual numbers are no smaller than $\frac{1}{16}$ in. (0.32 cm) tall.

ANEXO No. 11

SECCIONES DE LAS NORMAS NFPA 72

NFPA 72 1999 Edition National Fire Alarm Code®

1-5.2.3* Power Sources.

Fire alarm systems shall be provided with at least two independent and reliable power supplies, one primary and one secondary (standby), each of which shall be of adequate capacity for the application.

Exception No. 1: Where the primary power is supplied by a dedicated branch circuit of an emergency system in accordance with NFPA 70 , National Electrical Code, Article 700, or a legally required standby system in accordance with NFPA 70 , National Electrical Code, Article 701, a secondary supply shall not be required.

Exception No. 2: Where the primary power is supplied by a dedicated branch circuit of an optional standby system in accordance with NFPA 70 , National Electrical Code, Article 702, which also meets the performance requirements of Article 700 or Article 701, a secondary supply shall not be required.

Where dc voltages are employed, they shall be limited to no more than 350 volts above earth ground.

2-2.1 Temperature Classification.

2-2.1.1 Color Coding.

2-2.1.1.1

Heat-sensing fire detectors of the fixed-temperature or rate-compensated, spot-type shall be classified as to the temperature of operation and marked with a color code in accordance with Table 2-2.1.1.1.

Exception: Heat-sensing fire detectors where the alarm threshold is field adjustable and that are marked with the temperature range.

Table 2-2.1.1.1 Temperature Classification for Heat-Sensing Fire Detectors.

Temperature Classification	Temperature Rating Range		Maximum Ceiling Temperature		Color Code
	°F	°C	°F	°C	
Low*	100 – 134	39 – 57	20 below	11 below	Uncolored
Ordinary	135 – 174	58 – 79	100	38	Uncolored
Intermediate	175 – 249	80 – 121	150	66	White
High	250 – 324	122 – 162	225	107	Blue
Extra high	325 – 399	163 – 204	300	149	Red
Very extra high	400 – 499	205 – 259	375	191	Green
Ultra high	500 – 575	260 – 302	475	246	Orange

* Intended only for installation in controlled ambient areas. Units shall be marked to indicate maximum ambient installation temperature.

2-2.1.2*

A heat-sensing fire detector integrally mounted on a smoke detector shall be listed or approved for not less than 50-ft (15-m) spacing.

2-2.2 Location.

2-2.2.1*

Spot-type heat-sensing fire detectors shall be located on the ceiling not less than 4 in. (100 mm) from the sidewall or on the sidewalls between 4 in. and 12 in. (100 mm and 300 mm) from the ceiling.

Exception No. 1: In the case of solid joist construction, detectors shall be mounted at the bottom of the joists.

Exception No. 2: In the case of beam construction where beams are less than 12 in. (300 mm) in depth and less than 8 ft (2.4 m) on center, detectors shall be permitted to be installed on the bottom of beams.

2-2.4* Spacing.

2-2.4.1* Smooth Ceiling Spacing.

2-2.4.1.1

One of the following requirements shall apply:

(1) The distance between detectors shall not exceed their listed spacing, and there shall be detectors within a distance of one-half the listed spacing, measured at a right angle, from all walls or partitions extending to within 18 in. (460 mm) of the ceiling.

(2) All points on the ceiling shall have a detector within a distance equal to 0.7 times the listed spacing (0.7S). This is useful in calculating locations in corridors or irregular areas.

2-8.1 Mounting.

Each manual fire alarm box shall be securely mounted. The operable part of each manual fire alarm box shall be not less than 31/2 ft (1.1 m) and not more than 41/2 ft (1.37 m) above floor level.

A-1-4 Fixed-Temperature Detector.

The difference between the operating temperature of a fixed-temperature device and the surrounding air temperature is proportional to the rate at which the temperature is rising. The rate is commonly referred to as thermal lag. The air temperature is always higher than the operating temperature of the device.

Typical examples of fixed-temperature sensing elements are as follows.

(a) *Bimetallic.* A sensing element comprised of two metals that have different coefficients of thermal expansion arranged so that the effect is deflection in one direction when heated and in the opposite direction when cooled.

(b) *Electrical Conductivity.* A line-type or spot-type sensing element in which resistance varies as a function of temperature.

(c) *Fusible Alloy.* A sensing element of a special composition metal (eutectic) that melts rapidly at the rated temperature.

(d) *Heat-Sensitive Cable.* A line-type device in which the sensing element comprises, in one type, two current-carrying wires separated by heat-sensitive insulation that softens at the rated temperature, thus allowing the wires to make electrical contact. In another type, a single wire is centered in a metallic tube, and the intervening space is filled with a substance that becomes conductive at a critical temperature, thus establishing electrical contact between the tube and the wire.

(e) *Liquid Expansion.* A sensing element comprising a liquid that is capable of marked expansion in volume in response to an increase in temperature.

A-2-2.2.1

Figure A-2-2.2.1 Example of proper mounting for detectors.

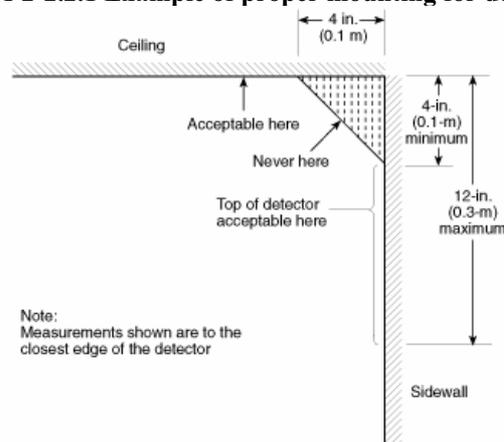
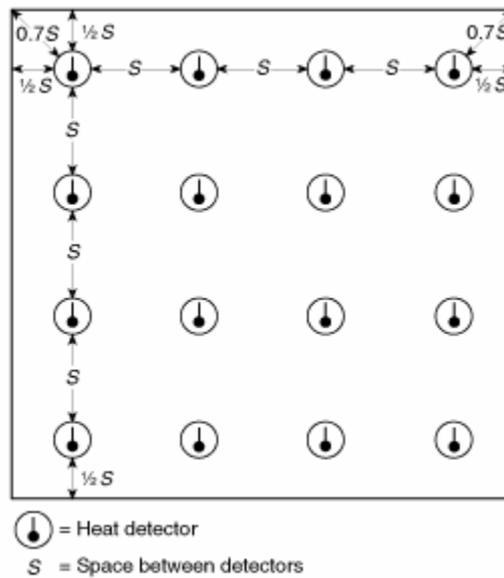


Figure A-2-2.4.1(a) Spot-type heat detectors.



A-2-4.2

Following are operating principles for two types of detectors.

(a) *Flame Detectors.* Ultraviolet flame detectors typically use a vacuum photodiode Geiger-Muller tube to detect the ultraviolet radiation that is produced by a flame. The photodiode allows a burst of current to flow for each ultraviolet photon that hits the active area of the tube. When the number of current bursts per unit time reaches a predetermined level, the detector initiates an alarm.

A single wavelength infrared flame detector uses one of several different photocell types to detect the infrared emissions in a single wavelength band that are produced by a flame. These detectors generally include provisions to minimize alarms from commonly occurring infrared sources such as incandescent lighting or sunlight.

An ultraviolet/infrared (UV/IR) flame detector senses ultraviolet radiation with a vacuum photodiode tube and a selected wavelength of infrared radiation with a photocell and uses the combined signal to indicate a fire. These detectors need exposure to both types of radiation before an alarm signal can be initiated.

A multiple wavelength infrared (IR/IR) flame detector senses radiation at two or more narrow bands of wavelengths in the infrared spectrum. These detectors electronically compare the emissions between the bands and initiate a signal where the relationship between the two bands indicates a fire.

(b) *Spark/Ember Detectors.* A spark/ember-sensing detector usually uses a solid state photodiode or phototransistor to sense the radiant energy emitted by embers, typically between 0.5 microns and 2.0 microns in normally dark environments. These detectors can be made extremely sensitive (microwatts), and their response times can be made very short (microseconds).

ANEXO No. 12

**SECCIONES DE LA NATIONAL FOAM,
VIKING CORPORATION Y ARMSTRONG
PUMPS**

Engineering Manual



I. Premix

The simplest method of proportioning foam concentrate is the premix method. This is accomplished by mixing pre-measured amounts of water and foam concentrate in a common container. Typically the storage container is a pressure rated tank using inert gas to pressurize the system. However, the premix can be stored in an atmospheric tank and a pump used to supply the premix solution under pressure to the discharge devices. Be-

II. Venturi Type (Vacuum Inducing)

Line Proportioners are venturi devices that introduce Foam Concentrate into a flowing stream of water at a controlled proportioning rate. The line proportioner (also known as an inductor or eductor) is a simple, inexpensive method of proportioning when the water supply pressure is reasonably high. It has no moving parts and requires minimal maintenance.

The line proportioner is ideally suited to any proportioning application requiring a single fixed discharge flow and relatively high, consistent water pressure. They can operate with pressures as low as 75 PSI (5.2 Bar) or as high as 200 PSI (13.8 Bar), however, optimum performance is achieved with pressures above 125 PSI (8.6 Bar). They are not suitable for use in applications requiring operation over a range of flows or pressures. They are not recommended for applications using sprinklers or other multiple small orifice discharge devices, where blockage of a portion of the discharge devices could increase the allowable back pressure sufficiently to cause proportioning failure.

As water flows through the venturi (water orifice) at a high velocity, a negative pressure area develops at the discharge of the venturi. This negative pressure creates a pressure differential across the foam concentrate-metering orifice, thereby allowing atmospheric pressure to push foam concentrate in to the proportioner at the correct percentage. As the water pressure at the inlet to the proportioner increases or decreases the solution flow from the device will increase or decrease correspondingly. Because the amount of foam concentrate to be injected into the water stream is controlled by the relationship between the negative pressure area and atmospheric pressure the range over which proper injection occurs is limited. Therefore, each model of line proportioner has an operating pressure range and to achieve optimum performance, the water inlet pressure must be maintained within this range. Higher than design pressure will result in a leaner (lower percentage) mixture; lower than design pressure will result in a richer (higher percentage) mixture.

cause the storage vessel must contain the water as well as the foam concentrate, this type of proportioning is usually limited to small systems. Although this is the simplest method, it has many drawbacks. Size of storage container limits the size of system, not all foam concentrates can be pre-mixed And storage life of premix solutions is unknown.

In addition to water pressure, LP's are sensitive to back pressure. Back pressure is the amount of pressure required down stream of the proportioner to discharge the total foam solution flow. This will include the pressure required at the inlet to the discharge device(s), elevation head and line losses. The total allowable back pressure on the discharge side of the LP can not exceed 65% of the water inlet pressure. If back pressure exceeds 65%, the LP may not pick-up foam concentrate or the solution may be lean.

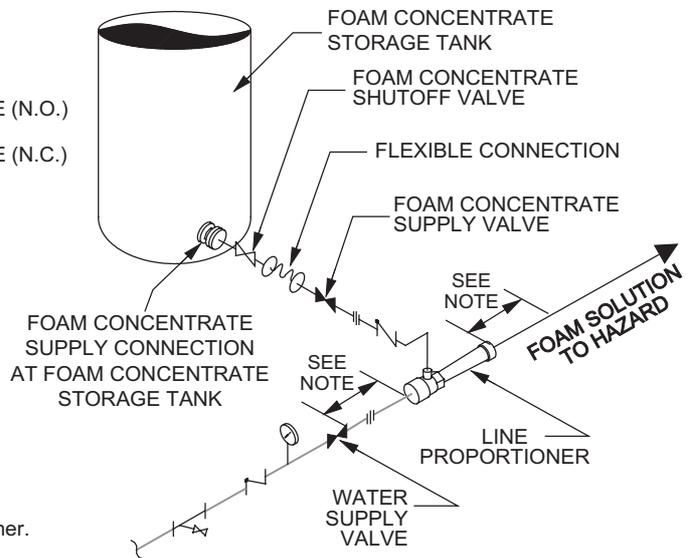
The line proportioner can be designed for use in portable applications or installed in fixed piping systems. For portable applications the proportioner is equipped with hose connections to allow installation in a hose line. Foam concentrate is normally supplied from 5-gallon pails through a pickup tube. As noted above these proportioners are sensitive to the back pressure. Therefore, care must be used in matching the discharge nozzle to the proportioner as well as the amount of hose between the line proportioner and the nozzle. Line proportioners can be equipped with a metering valve to allow the desired percentage to be field set.

When line proportioners are used in a fixed piping systems, the foam concentrate is usually stored in a permanently installed storage tank with permanent piping between the tank and foam concentrate connection of the line proportioner. The line proportioner may be mounted up to a maximum height of 6-ft (1.8m) above the tank bottom. A minimum of 24 inches (610 mm) of straight unobstructed pipe should be installed upstream and downstream of the line proportioner. In fixed installations using Alcohol Resistant AFFF foam concentrates, the line proportioner should be installed at the bottom of the foam concentrate storage tank in order to provide a flooded suction at all times. A normally closed shutoff valve in the foam concentrate supply line will prevent possible siphoning of the foam concentrate.

See data sheets for physical dimensions of equipment and performance characteristics.

LEGEND

- WATER SUPPLY
- FOAM CONCENTRATE
- ← FOAM SOLUTION
- ⊗ GATE VALVE OR OTHER APPROVED TYPE (N.O.)
- ⊗ GATE VALVE OR OTHER APPROVED TYPE (N.C.)
- ⌞ SWING CHECK VALVE
- ⌞ STRAINER, Y-TYPE
- ||| UNION
- ⊙ PRESSURE GAUGE
- ⊘ FLEXIBLE CONNECTION



NOTE:

A minimum 24" (610mm) of straight and unobstructed pipe is required upstream and downstream of line proportioner.

FIGURE 2-1
Line Proportioning - Fixed Installation

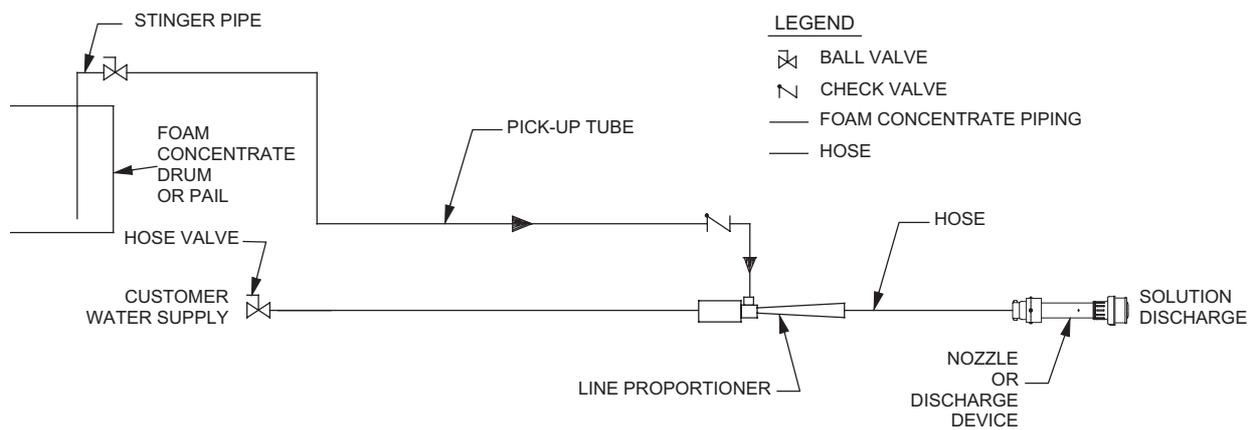


FIGURE 2-2
Portable Line Proportioning

III. Pressure Proportioner Type (Non-Bladder)

The pressure proportioning system is a complete self-contained proportioning system consisting of a foam concentrate storage tank and a pressure proportioning head. This system is designed to inject foam concentrate into a suitable water supply and automatically proportion foam concentrate over a wide range of flows and pressures.

During operation the foam concentrate is pressurized by diverting a small amount of water entering the proportioning head into the foam concentrate storage tank. As water passes through the water orifice it creates a low pressure area on the downstream side of the water orifice. This low pressure area is also common to the discharge of the foam concentrate metering orifice, thereby creating the pressure differential between the foam concentrate and the water supply, that allows in-

jection of the foam concentrate into the water stream at the proper injection ratio.

As the system operates, water gradually displaces the foam concentrate inside the tank until the foam concentrate supply is exhausted. Because of the direct contact with water, only protein based foam concentrates with a specific gravity of 1.1 or higher can be used with this type of proportioning system. Since the pressure proportioning system is pressurized during operation the tank can not be refilled during operation. The system must be shutdown and the water drained from the tank prior to refilling with foam concentrate.

See data sheets for physical dimensions of equipment and performance characteristics.

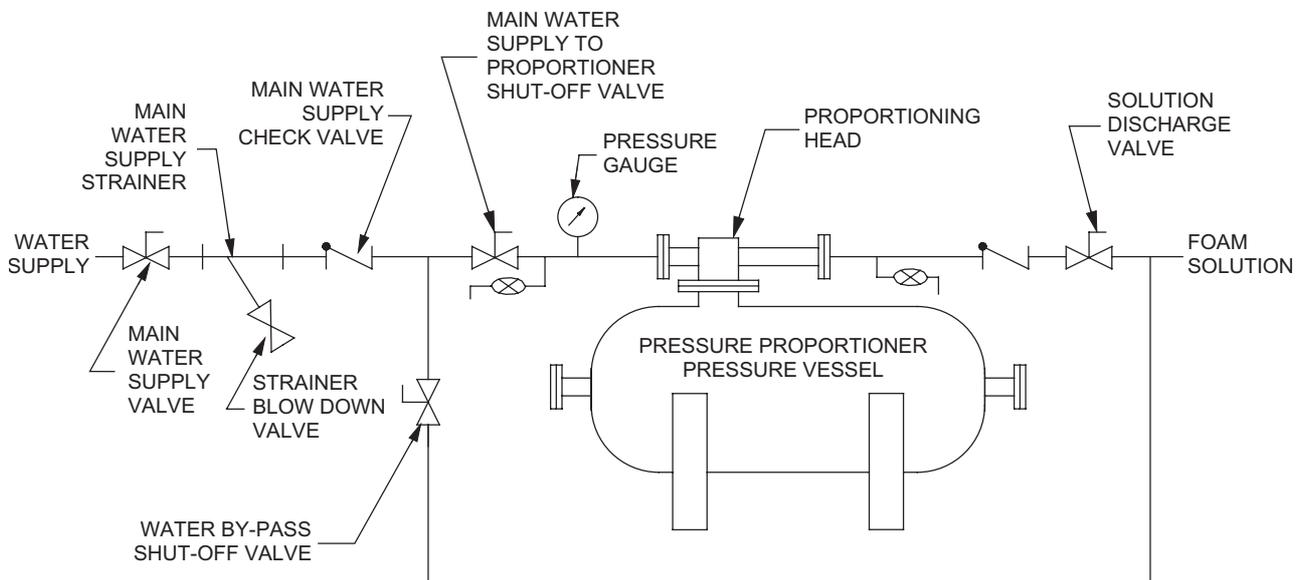


FIGURE 2-3
Pressure Proportioning

IV. Bladder Tank Proportioner Type

The bladder tank proportioning system is a balanced pressure proportioning system, requiring no external power other than an adequate water supply. A bladder tank, with an appropriate proportioner(s), injects foam concentrate into the water supply of a fire protection system and automatically proportions over a wide range of flows and pressures.

The foam concentrate storage tank is a steel pressure vessel fitted with an internal bladder that allows the stored foam concentrate to be physically separated from the water supply. During operation water diverted from the

water main supplying the ratio controller is used to pressurize the tank, gradually displacing the foam concentrate by collapsing the bladder, forcing foam concentrate to the ratio controller at approximately the same pressure as the water main. Proper proportioning is achieved through the use of a modified venturi proportioner, commonly called a ratio controller. As water flows through the water jet, it creates a reduced pressure area between the jet and the receiver. This reduction in pressure creates a pressure differential across the foam concentrate metering orifice, causing the foam concentrate to flow into the low pressure area. The foam concen-

trate is then drawn out of the low pressure area and mixed with the water supply as it enters the receiver. As the water flow through the ratio controller jet increases, the pressure reduction increases, thereby creating a corresponding higher pressure differential across the foam concentrate metering orifice. This increase in pressure differential results in an increase in the foam concentrate flow, which is proportionate to the water flow through the ratio controller. Proper proportioning is achieved simply by maintaining identical water and foam concentrate pressures at the respective inlets to the ratio controller.

This type of proportioning system is compatible with all types of foam fire protection systems, and proportions all types foam concentrates over the entire flow range of the ratio controller without manual adjustments, regardless of pressure. Since the bladder tank system is pressurized during operation, the bladder can be refilled with concentrate *only* when system is not in use. The bladder tank can also be isolated to allow the system to discharge water only.

See data sheets for physical dimensions of equipment and performance characteristics.

Caution:

1. Because the water pressure from the water main is being used to create the metering differential in the proportioner, some of the more viscous foam concentrates may have the lower proportioning range limits increased in order to develop sufficient pressure differential to move the foam concentrate.
2. It is important that adequate water pressure is available to create sufficient metering drop for correct proportioning.
3. When ratio controllers are being located remote from the bladder tank, piping between the tank and the controller must be reviewed to insure that adequate pressure is available at the inlet to the ratio controller to achieve proper proportioning.
4. Sight glass, when provided, can not be used during operation of the system to determine quantity of foam concentrate in the tank. To use sight glass, tank must be depressurized and water drained from the tank. Sight gauges, when provided on tanks using Alcohol Resistant AFFF type concentrates may show false readings.

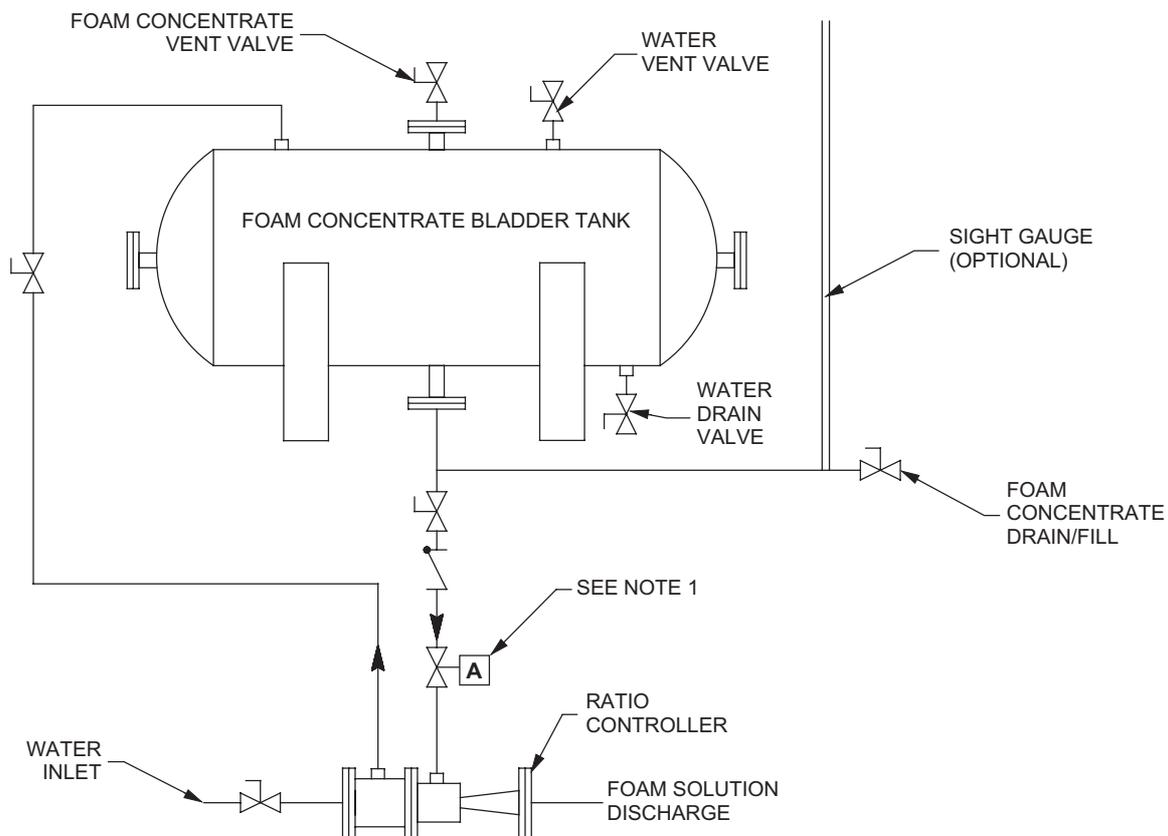


FIGURE 2-4
Bladder Tank Proportioning

V. Balanced Pressure Type (Back Pressure Balancing Method)

Balanced Pressure (BP) Proportioning Systems are the most common type of foam proportioning systems because of their versatility and accuracy. This type of proportioning system automatically and accurately proportions foam concentrate over the entire flow range of the ratio controller, regardless of pressure and without manual adjustments. This type of system can be used with fresh or salt water.

Proportioning is accomplished through the use of a ratio controller (modified venturi proportioner) installed in the water supply line. As water flows through the ratio controller it creates a reduced pressure area between the jet and the receiver. This reduction in pressure creates a pressure differential across the foam concentrate metering orifice, causing the foam concentrate to flow into the low pressure area. The foam concentrate is then drawn out of the low pressure area and mixed with the water supply as it enters the receiver. As the water flow through the ratio controller jet increases, the pressure reduction increases, thereby creating a corresponding higher pressure differential across the foam concentrate metering orifice. This increase in pressure differential results in an increase in the foam concentrate flow, which is proportionate to the water flow through the ratio controller. Proper proportioning is achieved simply by maintaining identical water and foam concentrate pressures at the respective inlets to the ratio controller. Foam concentrate, which is stored in an atmospheric type storage tank, is supplied to the ratio controller by a positive displacement type, foam concentrate pump. In order to control the excess flow of foam concentrate from the pump and maintain the correct pressure at the ratio controller, a back pressure control type, diaphragm valve is used. This valve automatically adjusts the foam concentrate pressure to correspond to the water pressure. Balancing is accomplished by sensing the water and foam concentrate pressures at the inlet to the ratio controller and adjusting the diaphragm valve opening to control the excess foam concentrate flow back to the concentrate storage tank. Pressure sensing lines from the water supply line and the foam concentrate sensing connection to the diaphragm valve sense both the water and the foam concentrate pressures. A duplex gauge is used to monitor both the water and foam concentrate pressures to insure proper balancing. The duplex gauge also allows the system to be manually balanced in the event of diaphragm valve failure by utilizing a manually operated valve in the foam concentrate by-pass piping. The diaphragm valve should be provided with a block

valve and a bypass loop to allow manual adjustment the pressure in the event of diaphragm valve failure.

The positive displacement pump is normally driven by an electric motor. The pump driver should be installed with a listed pump controller in accordance with the requirements of NFPA 20. On installations where power is not dependable, other types of drivers such as diesel engines and water motors can be used to drive the primary pump or a standby pump.

See data sheets for physical dimensions of equipment and performance characteristics.

Caution:

1. The pump motor should be sized with sufficient horsepower to allow operation, with relief valve full open, without overloading the motor.
2. The suction piping shall contain a Y-type or basket strainer with stainless steel screen with 1/8" perforations.
3. A UL Listed or FM Approved, NFPA 20, pump controller, should be provided for each motor driven pump. For pumps with motors up to and including 30 HP, a limited service type pump controller can be used provided it is acceptable to the authority having jurisdiction. National Foam does not recommend the use of pressure drop start to initiate operation of foam pumps.
4. All manual valves should have locking handles or other means of supervision in accordance with NFPA requirements for valve supervision.
5. A check valve should be installed in the foam concentrate discharge line to the ratio controller.
6. The ratio controllers have a minimum inlet pressure requirement of 30 psi (2.1 bar). However, depending on the total system flow and size of ratio controller selected, the minimum pressure requirement may exceed 30 psi (2.1 bar).
7. A minimum of 5 pipe diameters of straight and unobstructed pipe should be installed on the inlet and discharge side of the ratio controller.

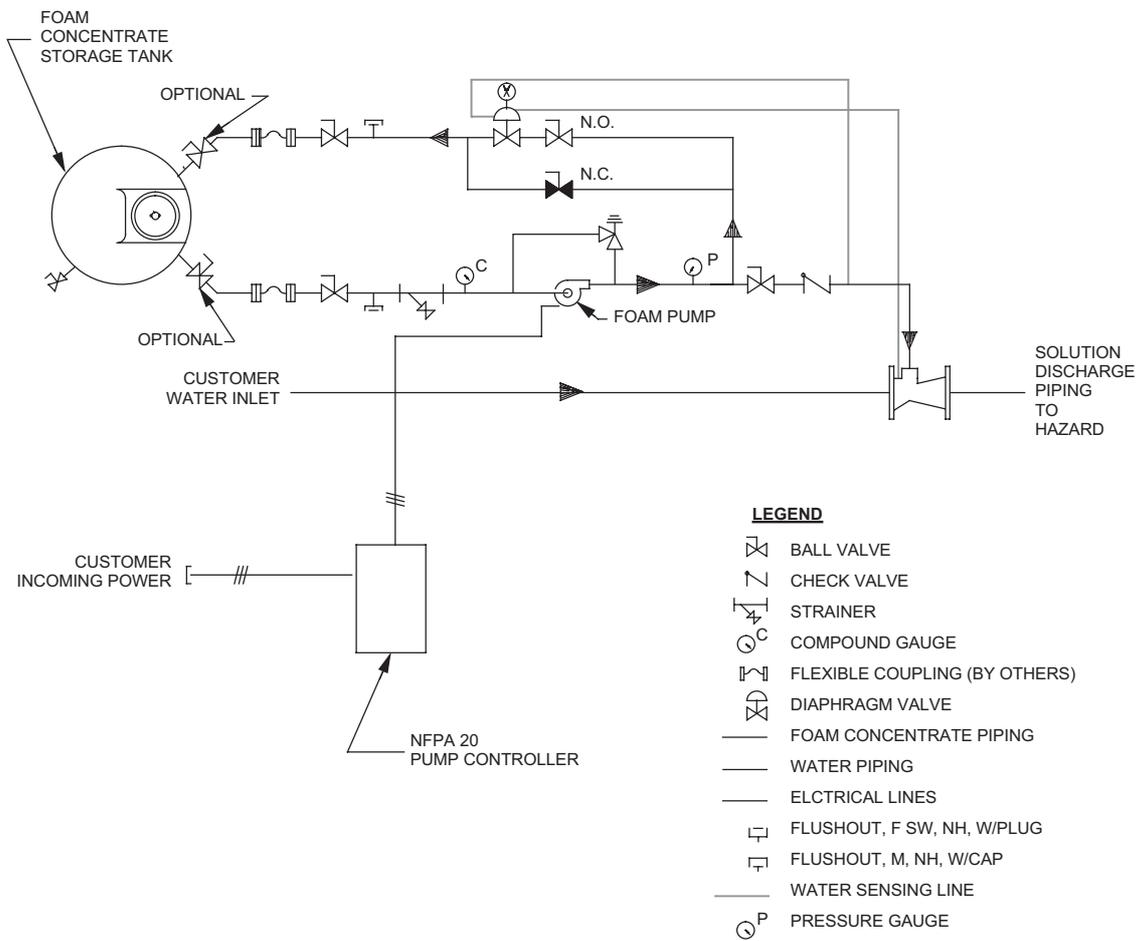


FIGURE 2-5
Balanced Pressure Proportioning

VII. Around The Pump Proportioner Type

Around the pump proportioning diverts a portion of the water pump discharge (typically 10 to 40 GPM) through an eductor. This proportioner produces a very rich foam solution mixture that is discharged back into the pump suction. When this rich foam solution is mixed back into the water, the pump discharges a foam solution at the desired 3% or 6%. Once the initial cycle is complete, the system will stabilize and produce a consistent foam

solution at a specific flow rate. Around the pump proportioning is designed for operation at one rate of flow. It will not work over a range of flows. If more than one flow rate is required a metering valve will have to be installed on the eductor. Also the suction pressure on the water pump must be at "0" PSI or slight vacuum for the system to work.

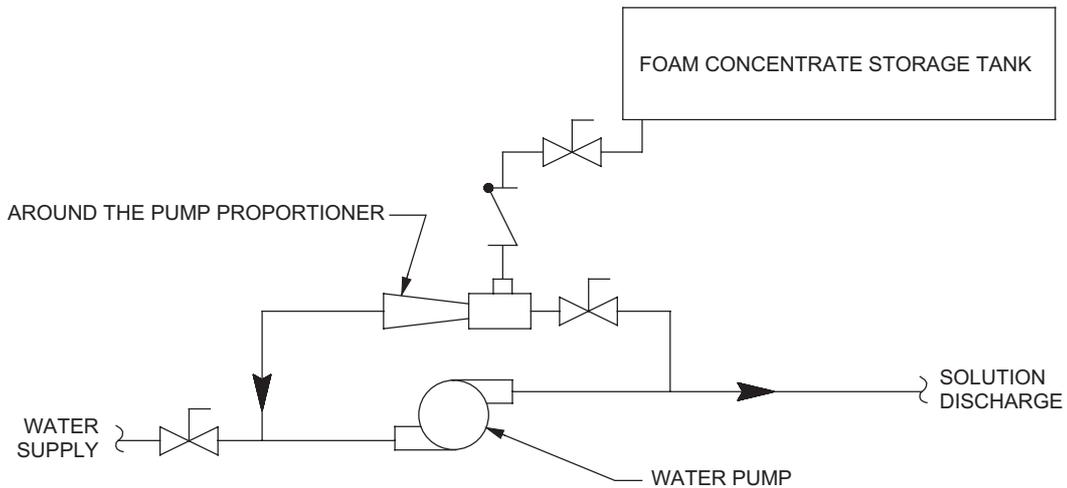


FIGURE 2-7
Around The Pump Proportioning

VIII. Pick-Up Nozzles

Pick-up nozzles are similar to line proportioners in operation except that the eductor is built into the nozzle body. They generally require higher water pressure for correct proportioning and are limited by the requirement

that the foam concentrate supply must be at the nozzle location. Nozzles are available in both portable and monitor mounted versions.

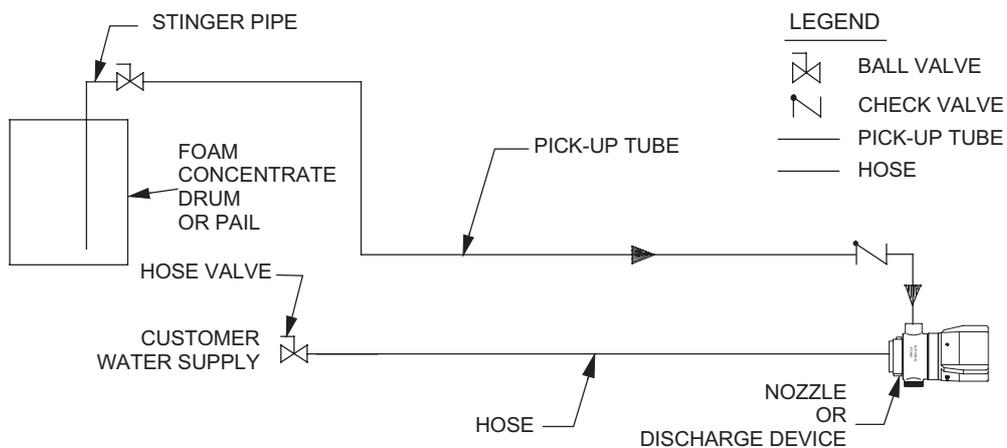


FIGURE 2-8
Portable Nozzle Proportioning



**DATA SHEET
#NFC210**

**AER-O-WATER 3EM
AFFF Foam Concentrate**

Description

Aer-O-Water® 3EM is a superior quality aqueous film forming foam (AFFF) which is used at 3% concentration to extinguish fires in hydrocarbon fuels. It has been tested and qualified to meet the stringent requirements of U.S. Military Specification MIL-F-24385F. Aer-O-Water 3EM is suitable for use with most types of proportioning equipment and discharge devices.

AFFF foam concentrates are designed for rapid fire knock-down by producing a thin aqueous film which spreads across the surface of the fuel, separating the fuel from oxygen. This is accomplished by allowing the foam solution to quickly drain from the foam bubble which in turn, affects long term sealability and burnback resistance.

The aqueous film is produced by the fluorocarbon surfactant reducing the surface tension of the foam solution to a point where the solution can be supported by the surface tension of the fuel. The effectiveness of the aqueous film is directly influenced by the surface tension of the fuel. The aqueous film tends to be more effective on fuels with higher surface tension such as diesel and jet fuels, and less effective on fuels with lower surface tension such as hexane and gasoline.

In general, AFFF foam concentrates may be used with non aspirating nozzles and sprinklers, however, for best foam expansion and 25% drainage time, all foam concentrates should be used with aspirating nozzles and foam making discharge devices.

Features

- Low energy input AFFF - requires minimal agitation.
- Excellent fluidity provides rapid "knockdown".
- Suitable for use with fresh or sea water.
- Compatible with standard proportioning and foam making devices.
- Suitable for use with foam compatible dry powder extinguishing agents.

Typical Physical Properties

Appearance Light Amber Color
 Specific Gravity at 77°F(25°C) 1.04
 pH 8.0
 Viscosity at 77°F(25°C) 3.0 csks

Freezing Point 17°F(-8°C)
 Minimum Usable Temperature 35°F(2°C)
 Maximum Usable Temperature 120°F(49°C)

Applications

Aer-O-Water 3EM is used at 3% concentration in fire suppression systems and manually to fight fires involving hydrocarbon fuels such as crude oil, gasoline, and fuel oils. It is not suitable for use on polar solvents or water miscible fuels such as alcohols, ketones, esters, and ethers. Typical installations include foam water sprinkler systems, aircraft hangars, loading racks, process areas, etc. Aer-O-Water 3EM is also an excellent agent for use in Aircraft Rescue and Fire Fighting (ARFF) or other manual fire fighting applications where polar solvent fuels are not encountered.

Approvals and Listings

- Underwriters Laboratories, Inc.
- Factory Mutual System
- U.S. Military Specification MIL-F-24385F Qualified Products List (QPL)

Aer-O-Water 3EM has successfully passed UL-162 7th Edition test criteria for use at 3% concentration on hydrocarbons. The U.L. Listings include application through a variety of proportioning and foam making discharge devices using fresh or sea water. Consult National Foam for a complete list of these devices.

Aer-O-Water 3EM has passed stringent U.S. Military requirements for flammable liquid fire protection for use at 3% concentration on hydrocarbons.

Storage and Handling

Aer-O-Water 3EM is ideally stored in its original shipping container or in tanks or other containers which have been designed for such foam storage. Recommended construction materials are stainless steel (Type 304L or 316), high density cross linked polyethylene, or reinforced fiberglass polyester (isophthalic polyester resin) with a vinyl ester resin internal layer coating (50-100 mils).

Foam concentrates are subject to evaporation which accelerates when the product is exposed to air. Storage tanks should be sealed and fitted with a pressure vacuum vent

to prevent free exchange of air. The recommended storage environment is within the UL Listed temperature range of 35°F to 120°F (2°C to 49°C).

Aer-O-Water 3EM has been tested for compatibility with all 3% AFFF foam concentrates which are qualified to MIL-F-24385F, and are suitable for mixing in long term storage. It should not be mixed with other foam concentrates which are not qualified to MIL-F-24385F. Such mixing could lead to chemical changes in the product and a possible reduction in or loss of fire fighting capability. Most expanded foams are compatible for side-by-side application during an incident.

Aer-O-Water 3EM may be stored as a 3% premixed solution using fresh water. A biocide agent should be added to prolong storage life of the premix solution.

Aer-O-Water 3EM is suitable for use in combination with foam compatible dry chemical extinguishing agents.

Shelf Life, Inspection, and Testing

The shelf life of any foam concentrate is maximized by proper storage conditions and maintenance. Factors affecting shelf life are wide temperature changes, extreme high or low temperatures, evaporation, dilution, and contamination by foreign materials. Properly stored National Foam AFFF foam concentrates have been tested and shown no significant loss of fire fighting performance, even after 15 years.

Annual testing of all fire fighting foam is recommended by the National Fire Protection Association (NFPA). National Foam provides a Technical Service Program to conduct such tests.

Environmental and Toxicological Information

Aer-O-Water 3EM is biodegradable. However, as with any substance, care should be taken to prevent discharge from entering ground water surface water, or storm drains. With advance notice, Aer-O-Water 3EM can be treated by local

biological sewage treatment systems. Since facilities vary widely by location, disposal should be made in accordance with federal, state and local regulations.

The biological oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD) of Aer-O-Water 3EM are as follows:

BOD₂₀ 480,000 mg/kg
 COD 516,000 mg/kg

Aer-O-Water 3EM has not been tested for acute oral toxicity, primary skin irritation, or primary eye irritation. Repeated skin contact will remove oils from the skin and cause dryness. Aer-O-Water 3EM is a primary eye irritant, and contact with the eyes should be avoided. Users are advised to wear protective equipment. If Aer-O-Water 3EM enters the eyes, flush them well with water and seek immediate medical attention. For further details, see the Aer-O-Water 3EM Material Safety Data Sheet.

Ordering Information

CONTAINER	SHIPPING WEIGHT	PART NUMBER
5-Gallon Pails (19 litres)	46 lb. (20.9 kg)	1133-8340-6
55-Gallon Drums (208 litres)	496 lb. (225 kg)	1133-8481-6
275-Gallon IBC Reusable Tote Tank (1041 litres)	2520 lb. (1145.5 kg)	1133-8725-6
Bulk	8.59 lb./gal.(1.03 kg/l)	1133-8001-6

Palletizing of pails and drums is available upon request.

SHIPPING CUBE

5-Gallon Pail	1.13 cu. ft. (0.032 cu. m)
55-Gallon Drum	11.51 cu. ft. (0.326 cu. m)
275-Gallon IBC Tote Tank	51.11 cu. ft. (1.1061 cu. m)

This information is only a general guideline. The company reserves the right to change any portion of this information without notice. Terms and conditions of sale apply and are available on request.

07/01 (Rev C) Printed in USA (NFC210-AOW3EM.PMD)

NATIONAL FOAM, INC.
 P.O. Box 695 • Exton, PA 19341-0695 • (610) 363-1400 • Fax: (610) 524-9073
 www.Kidde-Fire.com

Jockey Pump Controller

The Jockey Pump shall be controlled by an automatic Jockey Pump Controller Model: FTA500-AF11A with full voltage starter.

The following optional equipment shall be supplied as part of the fire pump system:

Pump: Suction and Discharge Pressure Gauges, 3/4" Casing Release Valve, Medium Pressure Kit-mounted on pump

Typical Specifications

Tag No.: Tag1

Location:

Electric Fire Pump

Supply as indicated on plans one Armstrong model 4x3 LA-F fire pump system complying with the codes listed in the National Fire Protection Association Pamphlet 20. All required components shall be listed by a recognized testing laboratory and shall include the items below.

The pump performance requirements shall be such that the fire pump shall have a rated capacity of 200 gpm at a pressure boost of 60 psig. The maximum system working pressure shall be 135 psi, based on a supply pressure of 5 psi. The fire pump shall be FM listed and approved.

The pump performance shall meet the following standards published in NFPA20:

- a) The pump shall furnish not less than 150 percent of rated capacity at a pressure not less than 65 percent of the rated head.
- b) The total shutoff head of the pump shall not exceed 140 percent of the total rated head.
- c) The pump shall undergo hydrostatic testing to twice the maximum pressure developed at shutoff but not less than 250 psig.

Pump Construction

The pump shall have bronze impeller, non corrosive shaft sleeve suitable for mechanical seal / packing gland with stainless steel metal parts, Ni-resist seal, carbon washer and Viton bellow or packed gland with external flush line to the lantern ring suitable for 125 PSIG suction pressure, cast iron casing.

Minimum Fittings

The following minimum fittings shall be provided as per NFPA20:

- a) Suction & Discharge Pressure Gauges shall be 3 1/2-inch glycerine filled dial type, scale: 30 to 300 psi.
- b) 1/4-inch size Gauge Cocks and Nipples
- c) 3/4" Casing Relief valve, as per NFPA 20 section 3-3

Electric Motor

The fire pump shall be driven by a 15 hp, 3550 rpm, 230/3/60 supply power, Totally Enclosed Fan Cooled enclosure, UL Listed, electric motor with a maximum 1.15 service factor. The motor shall be suitable for Standard (Across-the-Line) starting.

The following optional equipment shall be supplied as part of the fire pump system:

Pump: Suction and Discharge Pressure Gauges, 3/4" Casing Release Valve, Medium Pressure Kit

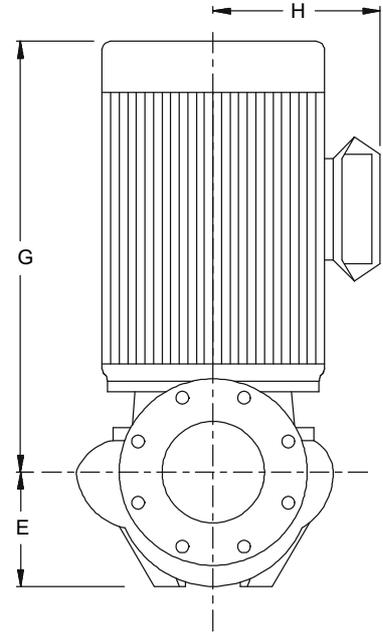
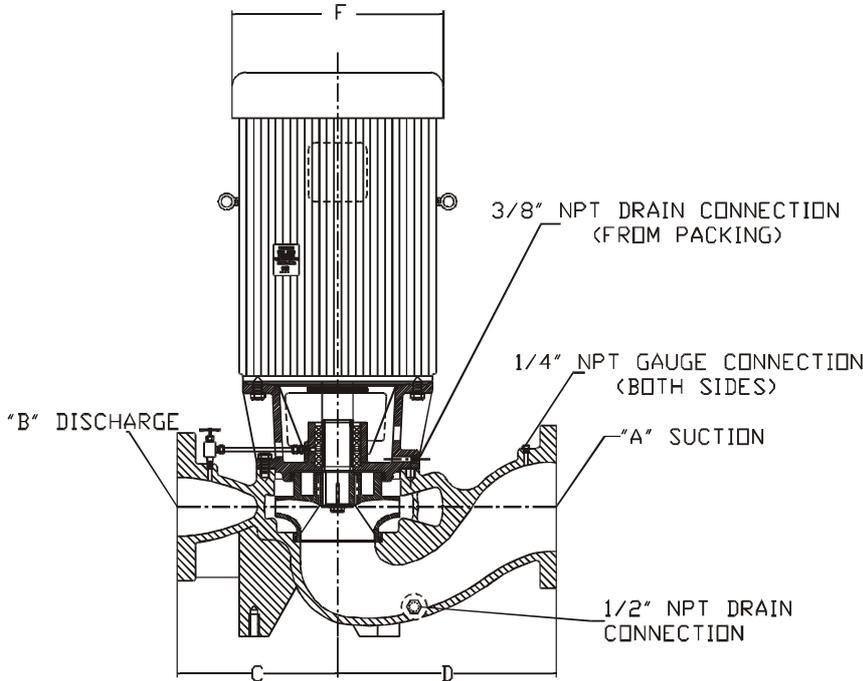


ARMSTRONG®

VIL FIRE PUMP 60 HERTZ 4 x 3 LA-F

FILE N°:	F43.103c
Date:	March 10, 2001
SUPERSEDES:	f43.102a
Date:	January 15, 2001

SUBMITTAL



Base For FM Requirement
NOT SHOWN



LISTED





RATED

FLANGE RATING

ANSI 125# STD

ANSI 125# SUCTION
250# DISCHARGE

PUMP DATA						
PUMP MODEL	DIMENSIONS (ins.)					WT.
	A	B	C	D	E	LBS
4" X 3" LA-F	4	3	10	12	6.375	198

UL LISTED MOTOR DATA					
FRAME	HP @	DIMENSIONS (ins.)			WT
	3600 RPM	F MAX	G MAX	H MAX	LBS
215JP	15	11	22 3/4	7 1/2	158
254JP	20	12 1/2	25 1/16	9 1/4	204
256JP	25	12 1/2	26 15/16	9 1/4	235
284JP	30	14	27 1/8	10 1/4	279
286JP	40	14	29 1/16	14 1/4	326
324JP	50	16	29 1/16	13	424

DIMENSIONS ARE NOT TO BE USED FOR CONSTRUCTION PURPOSES UNLESS CERTIFIED. DATA SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.

PROJECT:	DATE:
ORDER No.:	DWG#: A-1434-4x3LA-F
CERTIFIED BY:	DATE: 01-03-16 REVISED:

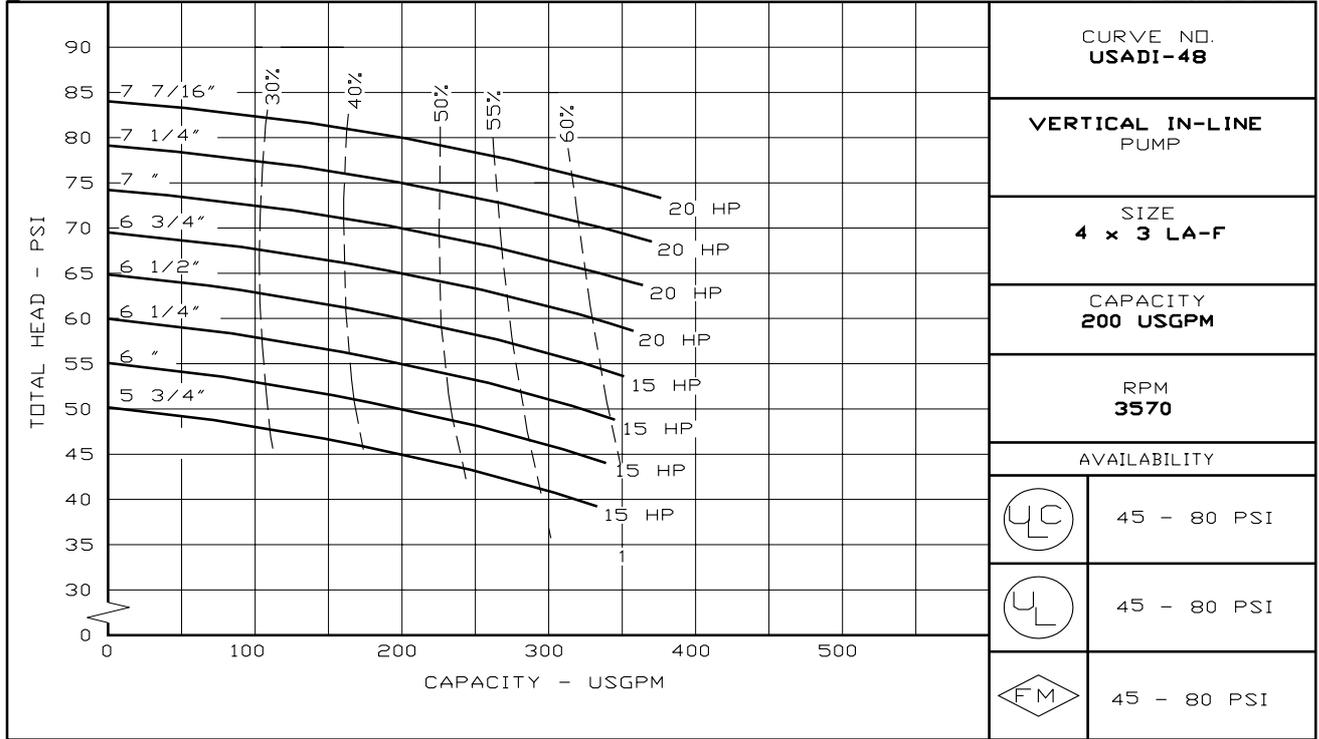
ARMSTRONG®

PERFORMANCE CURVES

Performance Guaranteed Only At Operating Point Indicated

4 X 3 LA-F

200 GPM



Fire Pump Quotation Summary [Quote# -0]

Tag#	Qty	Description	Price	Ext Price
------	-----	-------------	-------	-----------



Tag1

1

Fire Pump Model: L-F-Vertical In-Line, 4x3 LA-F
Flow: 200 usgpm, Pressure: 60 psi
Pump RPM: 3550 rpm, Pump Approval: FM
Flange Rating: 125/125 psi

\$5,951.00

\$5,951.00

Motor HP: 15 hp, Motor RPM: 3550 rpm
Motor Voltage: 230/3/60
Motor Approval: UL LISTED
Motor Type: Standard (Across-the-Line)
Motor Enclosure: Totally Enclosed Fan Cooled

Standard Options:

Pump: Suction and Discharge Pressure Gauges, 3/4" Casing Release Valve, Medium Pressure Kit

SubTotal:

\$5,951.00

Footnotes:

Certified pump RPM may be different from RPM shown on quotation.



Typical Specifications

Tag No.: Tag1

Location:

Jockey Pump

Supply and install as shown on plans and specifications Armstrong Series 4700, Model No: VMS1504. Pump shall be of Vertical multistage design with a capacity of 5 usgpm and a pressure boost of 70 psi. The pump shall be stainless steel construction, have equal size suction and discharge flanges, motor pedestal thrust bearing to eliminate axial loads on the motor and do away with axial adjustment of the rotating assembly, external mechanical seal with Carbon rotating face and Silicon Carbide stationary face and EPDM elastomers. The pump shall have a continuously rising curve from maximum flow to closed valve condition.

The pump shall be complete with a NEMA design, "C flange", 1.50 hp, 3600 rpm, with Totally Enclosed Fan Cooled enclosure, suitable for an incoming voltage of 230/3/60. A Split coupler shall be used to connect the pump and motor shafts.

Jockey Pump Controller

The Jockey Pump shall be controlled by an automatic Jockey Pump Controller Model: FTA500-AF11A with full voltage starter.

The following optional equipment shall be supplied as part of the fire pump system:





SERIES 4700
VMS 15
 VERTICAL MULTISTAGE PUMP

FILE NO.:	47.51
DATE:	August 1, 1999
SUPERSEDES:	47.51
DATE:	APRIL 1, 1997

SUBMITTAL



JOB: _____	REPRESENTATIVE: _____
ENGINEER: _____	ORDER NO: _____ DATE: _____
CONTRACTOR: _____	SUBMITTED BY: _____ DATE: _____
	APPROVED BY: _____ DATE: _____

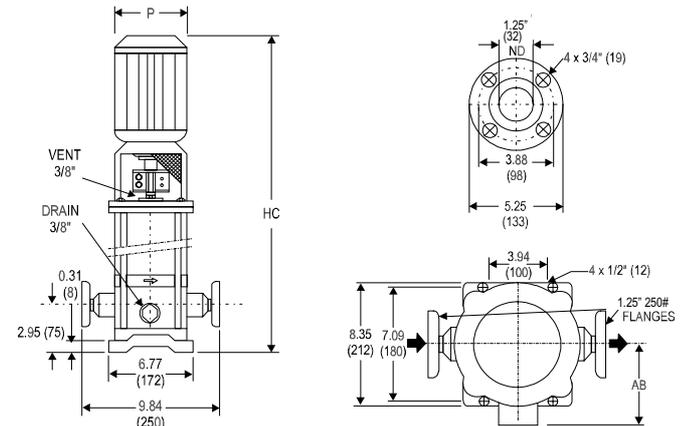
PUMP DESIGN DATA			
NO. OF PUMPS:			
TAG:			
CAPACITY:	USgpm (m ³ /h, l/s)	HEAD:	ft. (m)
LIQUID:	WATER	VISCOSITY:	1 cps
TEMPERATURE:	60 °F (16°C)	SPECIFIC GRAVITY:	1.0

MOTOR DESIGN DATA	
HP:	RPM: 3600
FRAME SIZE:	ENCLOSURE: <input type="checkbox"/> ODP <input type="checkbox"/> TEFC
VOLTS:	HERTZ: 60 PHASE:
EFFICIENCY:⊙	<input type="checkbox"/> STANDARD <input type="checkbox"/> PREMIUM LEVEL %
FLANGE SIZE:	SUCTION: 1.25" (32mm) DISCHARGE: 1.25" (32mm)

MATERIALS OF CONSTRUCTION	
ANSI FLANGE RATING	300 LBS STAINLESS STEEL
WETTED PARTS <input type="checkbox"/> AISI 304 ST. STL. <input type="checkbox"/> AISI 316 ST. STL.	
PUMP CASING	STAINLESS STEEL
IMPELLERS	STAINLESS STEEL
STAGE CASING	STAINLESS STEEL
DIFFUSERS	STAINLESS STEEL
PUMP SHAFT	STAINLESS STEEL (AISI 316)
JACKET TUBE	STAINLESS STEEL
OTHER COMPONENTS	
INTERMEDIATE BEARING	TUNGSTEN CARBIDE
"O" RINGS	EPDM
MOTOR PEDESTAL	CAST IRON
PUMP BASE	CAST IRON
MECHANICAL SEAL FACES	CARBON & SILICON CARBIDE

MAXIMUM PUMP OPERATING CONDITIONS	
MAXIMUM WORKING PRESSURE	350 PSIG (24 BAR)
MAXIMUM WORKING TEMPERATURE	250°F (120°C)

REMARKS
⊙ CANADA ONLY: <input type="checkbox"/> NRCAN <input type="checkbox"/> NRCAN 'PLUS'



PUMP SIZE	HP	PHASE		ENCLOSURE		NEMA FRAME	DIMENSIONS			WEIGHT lbs (kgs)
		1	3	ODP	TEFC		HC	P	AB	
VMS1502	0.75	1	3	odp	tefc	56C	23.18 (589)	7.25 (184)	6.50 (165)	48 (21.8)
VMS1503	1	1	3	odp	tefc	56C	23.18 (589)	7.25 (184)	6.50 (165)	51 (23.1)
VMS1504	1.5	1	3	odp	tefc	143TC	27.41 (696)	8.63 (219)	4.13 (105)	60 (27.3)
VMS1505	2	1	3	odp	tefc	145TC	29.69 (754)	8.63 (219)	4.13 (105)	70 (31.6)
VMS1506	2	1	3	odp	tefc	145TC	29.69 (754)	8.63 (219)	4.13 (105)	71 (32.3)
VMS1507	3	1		odp	tefc	182TC	36.35 (923)	10.38 (264)	6.84 (174)	95 (43.3)
	3		3	odp		145TC	33.47 (850)	8.63 (219)	4.13 (105)	77 (35.1)
	3		3		tefc	182TC	36.23 (920)	9.56 (243)	7.50 (191)	89 (40.6)
VMS1508	3	1		odp	tefc	182TC	32.57 (827)	10.38 (264)	6.84 (174)	100 (45.4)
	3		3	odp		145TC	29.69 (754)	8.63 (219)	4.13 (105)	82 (37.2)
	3		3		tefc	182TC	32.45 (824)	9.56 (243)	7.50 (191)	94 (42.7)
VMS1510	5	1		odp	tefc	184TC	34.46 (875)	10.38 (264)	6.84 (174)	112 (50.8)
	5		3	odp		182TC	34.46 (875)	10.38 (264)	6.84 (174)	111 (50.3)
	5		3		tefc	184TC	34.34 (872)	9.56 (243)	7.50 (191)	112 (50.8)
VMS1512	5	1		odp	tefc	184TC	36.35 (923)	10.38 (264)	6.84 (174)	115 (52.0)
	5		3	odp		182TC	36.35 (923)	10.38 (264)	6.84 (174)	114 (51.5)
	5		3		tefc	184TC	36.23 (920)	9.56 (243)	7.50 (191)	115 (52.0)
VMS1514	5	1		odp	tefc	184TC	38.24 (971)	10.38 (264)	6.84 (174)	117 (53.2)
	5		3	odp		182TC	38.24 (971)	10.38 (264)	6.84 (174)	116 (52.7)
	5		3		tefc	184TC	38.12 (968)	9.56 (243)	7.50 (191)	117 (53.2)

All dimensions are in inches(mm) and are approximate. (Use tolerance of +/- 0.125"[+/-3mm])
 All dimensions and weights are, typically, maximum for the motor range shown.
 For exact dimensions contact the factory.

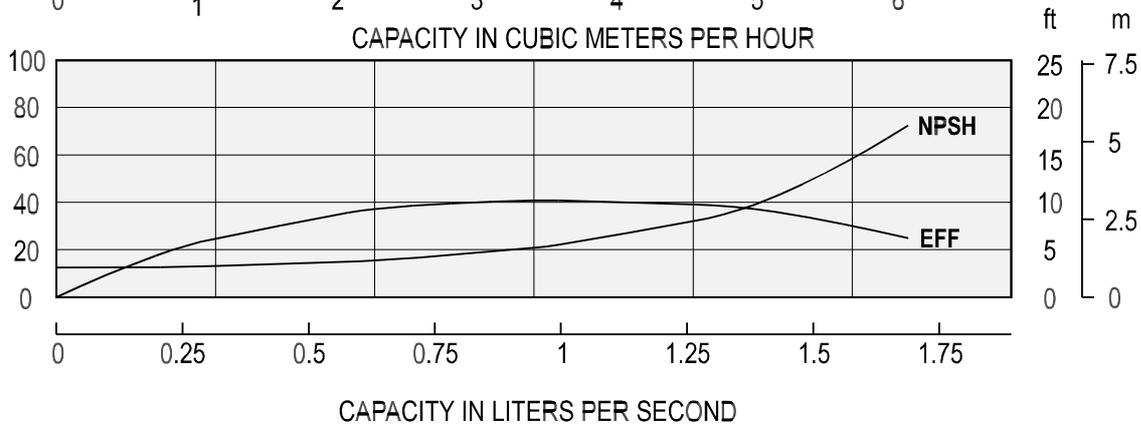
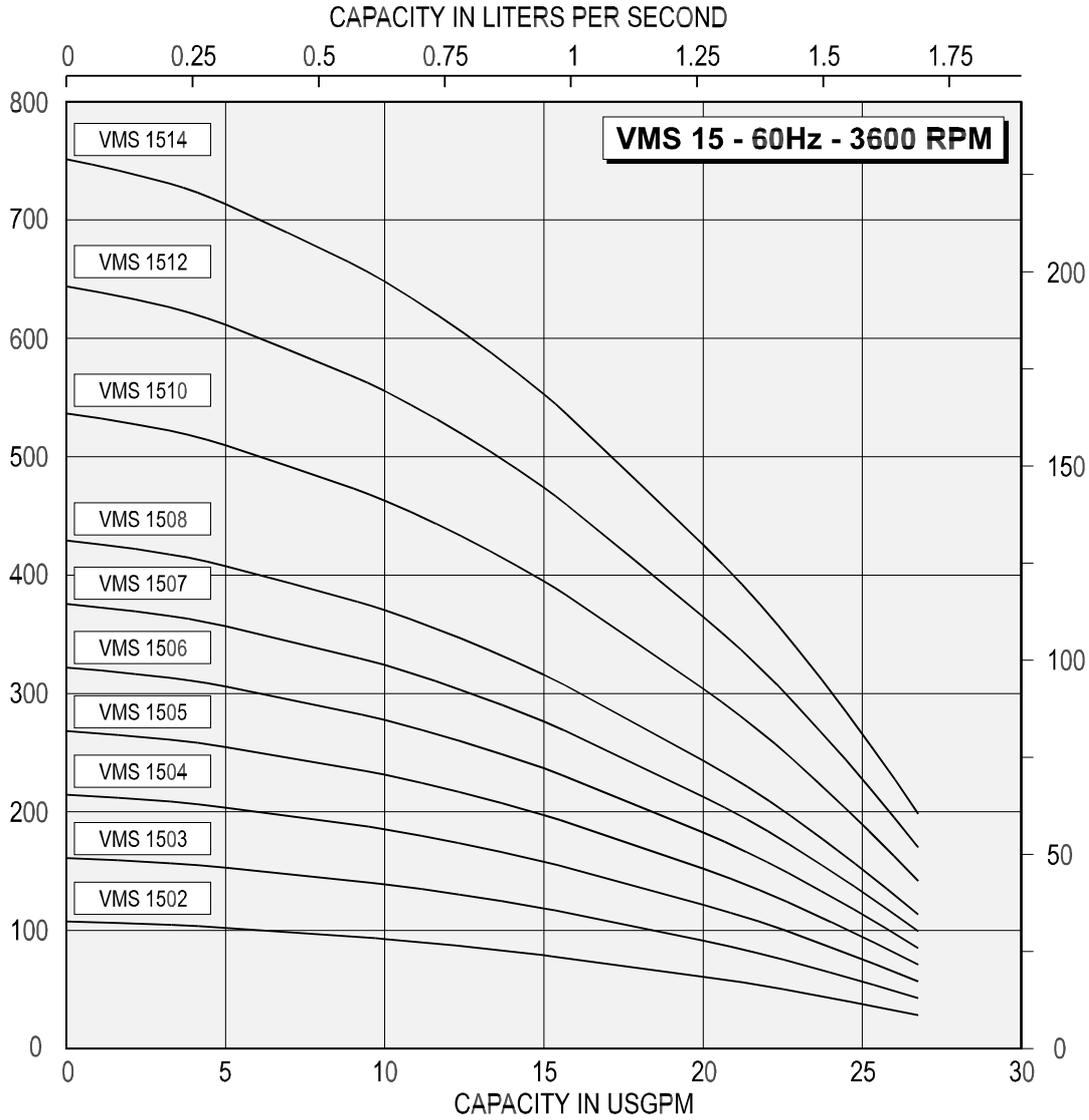
For curves see page 2

ARMSTRONG®

PERFORMANCE CURVES

Performance Guaranteed Only At Operating Point Indicated

E-1923



S.A. Armstrong Limited
23 Bertrand Avenue
Toronto, Ontario
Canada, M1L 2P3
Tel: (416) 755-2291
Fax: (416) 759-9101

Armstrong Pumps Limited
Peartree Road, Stanway
Colchester, Essex
United Kingdom, C03 5JX
Tel: 01206-579491
Fax: 01206-760532



Armstrong Pumps Inc.
93 East Avenue
Buffalo, New York
U.S.A. 14120-6594
Tel: (716) 693-8813
Fax: (716) 693-8970

Armstrong Darling Inc.
2200 Place Transcanadienne
Montreal, Quebec
Canada, H9P 2X5
Tel: (514) 421-2424
Fax: (514) 421-2436



Fire Pump Quotation Summary [Quote# -0]

<u>Tag#</u>	<u>Qty</u>	<u>Description</u>	<u>Price</u>	<u>Ext Price</u>
-------------	------------	--------------------	--------------	------------------



Tag1

1

\$3,447.90

\$3,447.90

Jockey Pump Model: VMS1504

Flow: 5 usgpm, Head: 70 psi, Motor HP: 1.50 hp

Motor Enclosure: Totally Enclosed Fan Cooled, Motor Voltage: 230/3/60

Jockey Pump Controller Make: Firetrol

Model: FTA500-AF11A, Voltage: 230/3/60, HP: 1.50 hp

SubTotal:

\$3,447.90

Footnotes:

Certified pump RPM may be different from RPM shown on quotation.



MICROMATIC® Model M Glass Bulb Sprinkler V12 V01 - V11 ⁴	Thread Size	K Factor	Model Number (SIN)	Base Part Number	LIST PRICE (each)						
					Standard Brass	Chrome	Polyester ¹		Black ¹ Teflon	Wax Coated ²	Polyester & Wax ²
					White	Black	N	C	V-W ³		
STANDARD RESPONSE	Finish Suffix				A	F	M-W	M-B	N	C	V-W ³
	1/2"	5.6 (8,1)	VK100	10138	12.38	14.97	16.40	16.40	24.17	19.30	24.78
	3/4"	8.0 (11,5)	VK200	10141	14.87	17.41	18.25	18.25	26.16	22.25	27.67
	1/2"	8.0 (11,5)	VK200	10220	15.70	18.43	19.14	19.14	26.37	22.05	27.41
	1/2"	2.8 (4,0)	VK001	10218	18.72	21.43	22.32	22.32	30.03	25.37	31.12
	1/2"	4.2 (6,0)	VK002	10219	18.72	21.43	22.32	22.32	30.03	25.37	31.12
	BSP 10mm	4.2 (6,0)	VK002	10176	14.76	17.83	18.89	18.89	26.61	21.93	27.79
	BSP 15mm	5.6 (8,1)	VK145	10233	12.85	16.08	17.02	17.02	25.08	20.03	25.72
BSP 20mm	8.0 (11,5)	VK200	10169	15.43	18.29	18.94	18.94	27.15	23.09	29.96	
	1/2"	5.6 (8,1)	VK102	10139	12.38	14.97	16.40	16.40	24.17	19.30	24.78
	3/4"	8.0 (11,5)	VK202	10142	14.87	17.41	18.25	18.25	26.16	22.25	27.67
	1/2"	8.0 (11,5)	VK202	10223	15.70	18.43	19.14	19.14	26.37	22.05	27.41
	1/2"	2.8 (4,0)	VK003	10221	18.72	21.43	22.32	22.32	30.03	25.37	31.12
	1/2"	4.2 (6,0)	VK004	10222	18.72	21.43	22.32	22.32	30.03	25.37	31.12
	BSP 10mm	4.2 (6,0)	VK004	10175	14.76	17.83	18.89	18.89	26.61	21.93	27.79
	BSP 15mm	8.0 (11,5)	VK202	10187	16.29	19.13	19.87	19.87	27.37	22.88	28.45
BSP 20mm	8.0 (11,5)	VK202	10170	15.43	18.06	18.94	18.94	27.15	23.09	28.71	
	1/2"	5.6 (8,1)	VK104	10224	18.49	21.21	21.92	21.92	29.44	25.02	30.68
	BSP 15mm	5.6 (8,1)	VK104	10171	18.49	21.21	21.92	21.92	29.44	25.02	30.68
VERTICAL SIDEWALL	1/2"	5.6 (8,1)	VK106	10226	18.89	20.96	22.52	22.52	30.28	25.61	31.41
	1/2"	5.6 (8,1)	VK118	10227	12.85	15.53	17.02	17.02	25.08	20.03	25.72
	3/4"	8.0 (11,5)	VK120	10228	15.43	18.06	18.94	18.94	27.15	23.09	28.71

Available temperatures (°F/°C): 155°/68°=B, 175°/79°=D, 200°/93°=E, 212°/100°=M, 286°/141°=G, 360°/182°=H*, OPEN=Z (Teflon only)**

Ultra High Temperature MICROMATIC® Model M Glass Bulb Sprinkler V12 V01 - V08 ⁴	Thread Size	K Factor	Model Number	Base Part Number	LIST PRICE (each)			
					Standard Brass	Chrome	Polyester ¹	
					White	Black	M-W	M-B
STANDARD RESPONSE	Finish Suffix				A	F	M-W	M-B
	1/2"	5.6 (8,1)	VK100	10138	27.23	30.49	31.40	31.40
	HP ⁵ 1/2"	5.6 (8,1)	VK124	09993	30.25	33.46	-	-
	3/4"	8.0 (11,5)	VK200	10141	29.72	32.48	33.10	33.10
	1/2"	5.6 (8,1)	VK100	10233	27.70	30.93	-	-
	1/2"	8.0 (11,5)	VK200	10220	30.55	33.61	-	-
	BSP 20mm	8.0 (11,5)	VK200	10169	30.28	33.14	-	-
	1/2"	5.6 (8,1)	VK102	10139	27.23	29.82	-	-
	HP ⁵ 1/2"	5.6 (8,1)	VK122	09992	30.25	32.91	-	-
	3/4"	8.0 (11,5)	VK202	10142	29.72	32.26	-	-
	1/2"	8.0 (11,5)	VK202	10223	30.55	33.28	-	-
	BSP 15mm	8.0 (11,5)	VK202	10187	31.14	33.98	-	-

Available temperatures (°F/°C): 500°/260°=L

How to order sprinklers:

Add desired finish suffix first and then the temperature suffix to base part number.

Example:

Model M Pendent Chrome, 286°F,
1/2" Thread = 10139FG

SUPPLEMENTS	
DESCRIPTION	LIST PRICE (each)
*Add for each 360°F/182°C sprinkler	1.50
**Add for each open Teflon-coated sprinkler	1.65
Add for each sprinkler with teflon tape (3 wraps)	1.00

¹ Polyester and Teflon sprinklers are suitable for decorative applications and are UL listed for corrosion resistance. Teflon sprinklers are available without glass bulbs with coated waterways.

² Wax coated sprinklers are only available to 286°F/141°C.

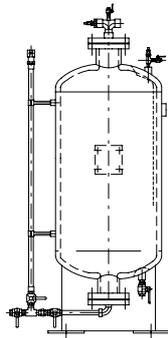
³ Standard finish is white polyester coated with wax.

⁴ See Page i - ii for breakdown of Item Price Groups.

⁵ High Pressure (HP) - working pressure to 250 psi (1 724 kPa).

DESCRIPTION	NOMINAL SIZE	PART NUMBER	LIST PRICE (each)	DESCRIPTION	NOMINAL SIZE	PART NUMBER	LIST PRICE (each)		
ACCESSORIES FOR FOAM/WATER SPRINKLER SYSTEMS				ACCESSORIES FOR FOAM/WATER SPRINKLER SYSTEMS					
Model C-1 Pressure Operated Relief Valve (PORV) V28 	1/2" / DN15	01936C	705.76	Water Supply Control Valve	2 1/2" / DN65 3" / DN80 4" / DN100 6" / DN150 8" / DN200	8068A-0250 8068A-0300 8068A-0400 8068A-0600 8068A-0800	553.67 595.92 714.44 1,016.79 1,658.20		
1/8" / 3mm Restricted Orifice V25.1 	1/2" / DN15	06555A	16.07	Foam Concentrate Shut-Off Valve					
Soft Seat Check Valve V25.1 	1/2" / DN15	03945A	50.67	Ball Valve 1 1/2" / DN40				T595Y66-0150	279.84
Y Strainer V25.1 	1/2" / DN15	01054A	61.26	Ball Valve 2" / DN50				T595Y66-0200	455.70
Ball Valve V25.1 	1/2" / DN15	10355	26.15	FOAM CONCENTRATES					
Concentrate Control Valve Priming Connection Pkg. Includes: - 1/8" Restricted Orifice - Model C-1 PORV - Soft Seat Check Valve - Ball Valve - Y Strainer V32		10985	469.03	NATIONAL FOAM CONCENTRATE					
Bladder Tank Water Supply Control Valve				AFFF			Per Gallon		
Ball Valve 1 1/2" / DN40	1 1/2" / DN40	WBV-0150	57.83	3% Fluoroprotein Aer-o-Foam XL-3	3%	F02398	40.68		
Ball Valve 2" / DN50	2" / DN50	WBV-0200	87.45	AR-AFFF Universal Plus 3x6	3% x 6%	F02397	53.16		
OS & Y 2 1/2" / DN65	2 1/2" / DN65	8068A-0250	553.67	AFFF -20°F Aer-o-Lite 3 cold	3%	F02399	42.08		
OS & Y 3" / DN80	3" / DN80	8068A-0300	595.92	Aer-o-Water 1 Aer-o-Lite 3	1% 3%	F02404 F02405	97.84 32.61		
Foam Concentrate Swing Check Valve				Aer-o-Water 3EM	3%	F02406	46.16		
1 1/2" / DN40	1 1/2" / DN40	99S-0150	86.86	Aer-o-Water 6EM	6%	F02403	32.44		
2" / DN50	2" / DN50	99S-0200	102.37	ARC					
2 1/2" / DN65	2 1/2" / DN65	05497C	291.44	Universal Gold	3%	F02407	70.68		
Foam Solution Test Valve				Note: Foam Concentrate sold in 55 gallon drums. 5 gallon containers available upon request, POA.					
Grooved Butterfly Valve 2 1/2" / DN65	2 1/2" / DN65	01G-0250	563.26	V32.1					
Grooved Butterfly Valve 3" / DN80	3" / DN80	01G-0300	610.20						
Grooved Butterfly Valve 4" / DN100	4" / DN100	01G-0400	636.95						
Grooved Butterfly Valve 6" / DN150	6" / DN150	01G-0600	952.07						
Grooved Butterfly Valve 8" / DN200	8" / DN200	01G-0800	1,408.03						
System Isolation Valve									
Grooved Butterfly Valve 2 1/2" / DN65	2 1/2" / DN65	01G-0250	563.26						
Grooved Butterfly Valve 3" / DN80	3" / DN80	01G-0300	610.20						
Grooved Butterfly Valve 4" / DN100	4" / DN100	01G-0400	636.95						
Grooved Butterfly Valve 6" / DN150	6" / DN150	01G-0600	952.07						
Grooved Butterfly Valve 8" / DN200	8" / DN200	01G-0800	1,408.03						

DESCRIPTION	MODEL	PART NUMBER	LIST PRICE (each)
VERTICAL BLADDER TANK			
Vertical Tank Includes: - Water Drain / Fill Valve - Fill Line Master Shut-Off Valve - Concentrate Drain / Fill Valve - Fill Cup / Sight Gauge Shut-Off Valve - Sight Gauge Assembly - Tank Water Vent Valve - Diaphragm Concentrate Vent Valve	Volume (gal/ltrs)		
	36 / 136	VB36V	14,183.32
	50 / 189	VB50V	14,743.11
	75 / 284	VB75V	15,282.83
	100 / 379	VB100V	15,793.92
	150 / 568	VB150V	17,488.99
	200 / 757	VB200V	19,395.95
	250 / 946	VB250V	20,887.72
	300 / 1136	VB300V	21,521.93
	400 / 1514	VB400V	23,350.16
	500 / 1893	VB500V	24,784.67
	600 / 2271	VB600V	27,666.57
	700 / 2650	VB700V	29,683.77
	750 / 2839	VB750V	31,038.08
	800 / 3028	VB800V	33,972.98
	900 / 3407	VB900V	35,786.86
	1000 / 3785	VB1000V	37,718.16
	1100 / 4164	VB1100V	39,569.28
	1200 / 4542	VB1200V	41,463.34
	1300 / 4921	VB1300V	43,101.16
	1400 / 5299	VB1400V	44,790.50
	1500 / 5678	VB1500V	46,680.27
	1600 / 6056	VB1600V	52,412.58
	1700 / 6435	VB1700V	53,809.87
	1800 / 6813	VB1800V	55,650.96
	1900 / 7192	VB1900V	57,450.54
	2000 / 7570	VB2000V	58,610.18
	2100 / 7949	VB2100V	60,452.71
	2200 / 8327	VB2200V	61,953.08
	2300 / 8706	VB2300V	63,595.17
	2400 / 9084	VB2400V	65,021.09

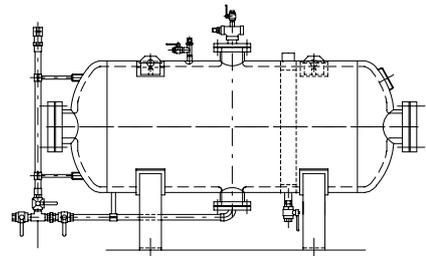


Foam System Start-Up Service available.

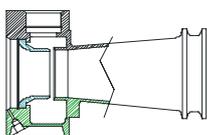
V32

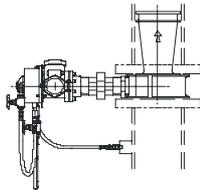
Freight Terms: FOB Cambridge Minnesota

DESCRIPTION	MODEL	PART NUMBER	LIST PRICE (each)
HORIZONTAL BLADDER TANK	Volume (gal/ltrs)		
	100 / 379	VB100H	20,319.35
	150 / 568	VB150H	22,024.45
	200 / 757	VB200H	23,022.30
	300 / 1136	VB300H	24,887.74
Horizontal Tank Includes: - Water Drain / Fill Valve - Fill Line Master Shut-Off Valve - Concentrate Drain / Fill Valve - Fill Cup / Sight Gauge Shut-Off Valve - Sight Gauge Assembly - Tank Water Vent Valve - Diaphragm Concentrate Vent Valve	400 / 1514	VB400H	27,132.56
	500 / 1893	VB500H	28,959.35
	600 / 2271	VB600H	32,263.59
	700 / 2650	VB700H	35,341.63
	800 / 3028	VB800H	37,656.60
	900 / 3407	VB900H	39,550.68
	1000 / 3785	VB1000H	41,169.85
	1100 / 4164	VB1100H	43,811.25
	1200 / 4542	VB1200H	45,633.73
	1300 / 4921	VB1300H	47,078.26
	1400 / 5299	VB1400H	48,478.42
	1500 / 5678	VB1500H	50,093.31
	1600 / 6056	VB1600H	51,537.85
	1700 / 6435	VB1700H	53,686.74
	1800 / 6813	VB1800H	55,935.86
	1900 / 7192	VB1900H	57,719.69
	2000 / 7570	VB2000H	59,330.31
	2100 / 7949	VB2100H	63,988.86
	2200 / 8327	VB2200H	65,630.97
	2300 / 8706	VB2300H	67,326.05
	2400 / 9084	VB2400H	68,973.88
	2500 / 9463	VB2500H	70,999.64
	2600 / 9841	VB2600H	73,012.55
	2700 / 10220	VB2700H	74,617.42
	2800 / 10598	VB2800H	76,226.59
	2900 / 10977	VB2900H	77,893.02
	3000 / 11355	VB3000H	79,559.46
	3100 / 11734	VB3100H	87,029.79
	3200 / 12112	VB3200H	88,866.58
	3300 / 12491	VB3300H	90,717.72
	3400 / 12869	VB3400H	92,560.25
	3500 / 13248	VB3500H	94,401.34
	3600 / 13626	VB3600H	96,167.99
	3700 / 14005	VB3700H	98,004.79
	3800 / 14383	VB3800H	99,860.20
	3900 / 14762	VB3900H	101,697.03
	4000 / 15140	VB4000H	103,661.23



V32

DESCRIPTION	NOMINAL SIZE	PART NUMBER	LIST PRICE (each)
<i>Continued . . .</i>			
FOAM CONCENTRATE LINE SIZES			
			
"A" Tank Sizes		"B" Foam Outlet Pipe Sizing	"C" Concentrate Controller Sizes
VERTICAL	HORIZONTAL		"D" Foam Inlet Pipe Sizing
--	--	--	2" / 50mm
--	--	--	3" / 80mm
36-500	100-500	2" / 50mm	4" / 100mm
600-2400	600-4000	3" / 80mm	6" / 150mm
--	--	--	8" / 200mm
CONCENTRATE CONTROLLERS			
VF1NWAFFF / Aer-O-Water 1%			
	Threaded	2" / DN50	F02045A 870.44
	Grooved	2" / DN50	F02044A 870.44
	Wafer	3" / DN80	F02050A 1,287.05
		4" / DN100	F02051A 1,604.87
		6" / DN150	F02052A 2,160.36
		8" / DN200	F02053A 4,698.67
	Flanged	3" / DN80	F02046A 1,639.24
		4" / DN100	F02047A 2,380.83
		6" / DN150	F02048A 3,259.86
		8" / DN200	F02049A 4,886.21
VF3NLAFF / Aer-O-Lite 3%			
	Threaded	2" / DN50	F02045B 870.44
	Grooved	2" / DN50	F02044B 870.44
	Wafer	3" / DN80	F02050B 1,287.05
		4" / DN100	F02051B 1,604.87
		6" / DN150	F02052B 2,160.36
		8" / DN200	F02053B 4,698.67
	Flanged	3" / DN80	F02046B 1,639.24
		4" / DN100	F02047B 2,380.83
		6" / DN150	F02048B 3,259.86
		8" / DN200	F02049B 4,886.21
VF3NWAFFF-MS / Aer-O-Water 3EM			
	Threaded	2" / DN50	F02045C 870.44
	Grooved	2" / DN50	F02044C 870.44
	Wafer	3" / DN80	F02050C 1,287.05
		4" / DN100	F02051C 1,604.87
		6" / DN150	F02052C 2,160.36
		8" / DN200	F02053C 4,698.67
	Flanged	3" / DN80	F02046C 1,639.24
		4" / DN100	F02047C 2,380.83
		6" / DN150	F02048C 3,259.86
		8" / DN200	F02049C 4,886.21
SUPREME3G ARC / Universal Gold			
	Threaded	2" / DN50	F02045J 870.44
	Grooved	2" / DN50	F02044J 870.44
	Wafer	3" / DN80	F02050J 1,287.05
		4" / DN100	F02051J 1,604.87
		6" / DN150	F02052J 2,160.36
		8" / DN200	F02053J 4,698.67
	Flanged	3" / DN80	F02046J 1,639.24
		4" / DN100	F02047J 2,380.83
		6" / DN150	F02048J 3,259.86
		8" / DN200	F02049J 4,886.21
Specify foam concentration 1% 3% 6% and type of concentrate ARC or AFFF		FLOW RANGES	GALLONS/MIN 3% X 3%
		3%, 1% AFFF	ARC
		2"	25 - 255 60 - 187
		3"	30 - 550 200 - 700
		4"	60 - 1300 400 - 1370
		6"	100 - 3000 675 - 3000
		8"	200 - 4000 1300 - 4000

DESCRIPTION	NOMINAL SIZE	PART NUMBER	LIST PRICE (each)
VIKING IN LINE BALANCE PROPORTIONER (ILBP) ASSEMBLY			
For use with Low-Flow Bladder Tank or Foam Concentrate Pump ILBP Systems.			
Includes:			
- Balancing valve			
- Lines			
- Duplex gauge			
- Concentrate Controller			
- Brass nipples			
- Connections			
- Check Valve			
			
WAFER STYLE			
Use with VF1NWAFFF / Aer-O-Water 1%			
	3" / DN80	F02233A	7,291.37
	4" / DN100	F02235A	7,705.13
	6" / DN150	F02237A	8,631.40
	8" / DN200	F02239A	11,898.42
Use with VF3NLAFF / Aer-O-Lite 3%			
	3" / DN80	F02233B	7,291.37
	4" / DN100	F02235B	7,705.13
	6" / DN150	F02237B	8,631.40
	8" / DN200	F02239B	11,898.42
Use with VF3NWAFFF-MS / Aer-O-Water 3EM			
	3" / DN80	F02233C	7,291.37
	4" / DN100	F02235C	7,705.13
	6" / DN150	F02237C	8,631.40
	8" / DN200	F02239C	11,898.42
Use with SUPREME3G-ARC / UniversalGold			
	3" / DN80	F02233J	7,291.37
	4" / DN100	F02235J	7,705.13
	6" / DN150	F02237J	8,631.40
	8" / DN200	F02239J	11,898.42
FLANGED STYLE			
Use with VF1NWAFFF / Aer-O-Water 1%			
	3" / DN80	F02234A	7,725.17
	4" / DN100	F02236A	8,660.02
	6" / DN150	F02238A	9,984.31
	8" / DN200	F02240A	12,128.91
Use with VF3NLAFF / Aer-O-Lite 3%			
	3" / DN80	F02234B	7,725.17
	4" / DN100	F02236B	8,660.02
	6" / DN150	F02238B	9,984.31
	8" / DN200	F02240B	12,128.91
Use with VF3NWAFFF-MS / Aer-O-Water 3EM			
	3" / DN80	F02234C	7,725.17
	4" / DN100	F02236C	8,660.02
	6" / DN150	F02238C	9,984.31
	8" / DN200	F02240C	12,128.91
Use with SUPREME3G-ARC / UniversalGold			
	3" / DN80	F02234J	7,725.17
	4" / DN100	F02236J	8,660.02
	6" / DN150	F02238J	9,984.31
	8" / DN200	F02240J	12,128.91

page 5

GATE VALVE NRS		Price
Flanged Gate Valves		
8461	2 1/2"	\$ 482.02
8462	3"	\$ 562.30
8463	4"	\$ 622.17
8464	6"	\$ 841.72
8465	8"	\$ 1,314.86
8466	10"	\$ 1,898.24

page 5

GATE VALVE OS&Y		Price
Flanged Gate Valves		
8461OSY	2 1/2"	\$ 522.41
8462OSY	3"	\$ 588.84
8463OSY	4"	\$ 636.13
8464OSY	6"	\$ 997.54
8465OSY	8"	\$ 1,579.62
8466OSY	10"	\$ 2,251.62

page 5

Single Detector Check		Price
B9017	4"	\$ 780.85
B9017G	4"	\$ 780.85
B9017D	4"	\$ 1,317.92
B9017DG	4"	\$ 1,317.92
B9007OSY	4"	\$ 1,901.36
B9019	6"	\$ 1,091.64
B9019G	6"	\$ 1,091.64
B9019D	6"	\$ 1,628.95
B9019DG	6"	\$ 1,628.95
B9009OSY	6"	\$ 2,672.33

page 7

80E	Size	Price
5118E	1/4"	\$ 34.73
5159E	3/8"	\$ 34.91
4029E	1/2'	\$ 24.57
4030E	3/4'	\$ 25.59
4031E	1"	\$ 27.03
4032E	1 1/4"	\$ 37.46
4033E	1 1/2"	\$ 50.76
4034E	2"	\$ 81.96
4035E	2 1/2"	\$ 340.96
4036E	3"	\$ 410.78
4037E	4"	\$ 714.39

page 5

605E Unleaded Ball Valve		Price
Threaded		
5318E	1/2"	\$ 14.50
5310E	3/4"	\$ 15.86
5311E	1"	\$ 25.84
5312E	1 1/4"	\$ 35.80
5313E	1 1/2"	\$ 51.38
5314E	2"	\$ 85.50
Union		
5310UE	3/4'	\$ 32.52
5311UE	1"	\$ 45.41
5312UE	1 1/4"	\$ 72.75
5313UE	1 1/2"	\$ 106.09
5314UE	2"	\$ 148.83

page 5

601E Unleaded Ball Valve		Price
Threaded		
5308E	1/2"	\$ 11.17
5300E	3/4"	\$ 14.77
5301E	1"	\$ 23.64
5302E	1 1/4"	\$ 35.02
5303E	1 1/2"	\$ 48.69
5304E	2"	\$ 74.03
Test Cocks		
9383397E	1/4" x 1/4"	\$ 7.70
9383395E	1/8" x 1/4"	\$ 7.70
9383397ES	1/4" x 1/4" SAE	\$ 7.70
9383395ES	1/8" x 1/4" SAE	\$ 7.70
Union		
5300EU	3/4'	\$ 29.23
5301EU	1"	\$ 43.83
5302EU	1 1/4"	\$ 69.00
5303EU	1 1/2'	\$ 103.91
5304EU	2"	\$ 145.09

page 5

Test Kit TK 1	
B9907	\$ 1,248.31

page 7

80ME	Size	Price
4071E	1"M x 1"F	\$ 25.94
4079E	2"M x 2"F	\$ 84.57
4076E	3"M x 3"F	\$ 406.24

FORMATOS
SERIE FSCS



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-1
REPORTE N°**

FORMATO DE INSPECCIONES DE ORDEN, ASEO Y LIMPIEZA

Área:	Fecha de inspección:		
Inspección realizada por:	Hora:		
LOCALES	Si	No	No procede
Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos			
Las paredes están limpias y en buen estado			
Las ventanas y tragaluces están limpios sin impedir la entrada de luz natural			
El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia			
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas			
Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles			
SUELOS Y PASILLOS			
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario			
Las vías de circulación de personas y vehículos están diferenciadas y señalizadas (señalización horizontal)			
Los pasillos y zonas de mantenimiento están libres de obstáculos			
ALMACENAJE			
Los implementos de limpieza y aseo están ubicados en sitios específicos			
Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso			
Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada			
MAQUINARIA Y EQUIPOS			
Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario			
Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas			
Poseen las protecciones adecuadas, guardas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento			
HERRAMIENTAS			
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados donde cada herramienta tiene su lugar			
Se guardan limpias de aceite y grasa			

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO			
Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por su usuario			
Se guardan en los lugares específicos de uso personalizado (armarios)			
Se encuentran limpios y en buen estado			
Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados			
OBSERVACIONES			
Fechas de próxima realización de la inspección:			
Fecha:			
Firma del Inspector:			



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN
ESPINOSA AYALA "SOLCA"**

FORMATO FSCS-2

REPORTE N°

FORMATO DE INSPECCIONES DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS

INSPECCIONES	Si	No	No procede
El cuerpo de bomberos más próximo al Hospital se encuentra familiarizado con las instalaciones, su localización y los riesgos específicos			
Se tiene un sistema de aviso de incendios (pulsadores de alarma, alarma, etc.)			
Se hacen pruebas de estos sistemas periódicamente			
Se tiene rótulos de señalización y alumbrado de emergencia para facilitar el acceso al exterior del edificio			
Se cuenta con puertas cortafuego			
Los pasillos y salidas de emergencia se encuentran libres de obstáculos			
Se cuenta con un plan completo de evacuación y de emergencia			
Se hace inspección regular de los gabinetes contra incendios			
Los extintores portátiles son suficientes y adecuados en número y tipo			
Los extintores están plenamente identificados y libre de obstáculos			
Los extintores portátiles se recargan periódicamente y se reporta en las tarjetas de uso			
Reciben entrenamiento periódico todos los empleados sobre el uso de extintores portátiles			

OBSERVACIONES

Fechas de próxima realización de la inspección:

Fecha:

Firma del Inspector



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-3
REPORTE N°**

FORMATO DE INSPECCIONES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Área:	Fecha de inspección:		
Inspección realizada por:	Hora:		
INSPECCIONES	Si	No	No procede
Se utilizan gafas de seguridad o máscaras de cara completa donde existe el riesgo de partículas voladoras o materiales corrosivos			
Se utilizan todo el tiempo gafas de seguridad donde exista el riesgo de lesiones a los ojos como punciones, abrasiones, contusiones o quemaduras			
En caso de requerirse gafas de seguridad, los trabajadores que utilizan lentes o lentes de contacto en los ambientes de trabajo utilizan monogafas			
Los trabajadores que van a realizar trabajos en donde se puedan cortar utilizan guantes, mandiles u otros implementos de protección			
Se suministran cascos de seguridad en áreas donde puedan caer objetos			
Se inspeccionan periódicamente los cascos en busca de daños a la estructura y a la suspensión			
Se utiliza protección en los pies (botas, zapatos) en donde exista el riesgo de lesiones por superficies calientes, corrosivos, venenos, objetos que puedan caer o materiales puntiagudos			
Se suministra protección respiratoria en las áreas donde existe partículas o vapores y gases químicos			
Los equipos de protección personal son mantenidos y desinfectados, y siempre están listos para ser usados			
Se tienen lavaojos y duchas de emergencia en áreas donde se manejen productos químicos			
Para realizar trabajos en altura se cuenta con arnés y línea de vida			

Se tienen equipos especiales para realizar trabajos eléctricos como guantes dieléctricos, moquetas, zapatos dieléctricos, etc			
Se utilizan orejeras o tapones auditivos en áreas donde se exceda el ruido, para una jornada normal			
Se tienen procedimientos de trabajo para usar los equipos de protección personal			
OBSERVACIONES			
Fechas de próxima realización de la inspección:			
Fecha:			
Firma del Inspector:			



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-4
REPORTE N°**

FORMATO DE INSPECCIONES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Área:	Fecha de inspección:		
Inspección realizada por:	Hora:		
INSPECCIONES	Si	No	No procede
Se cuenta con procedimientos para realizar trabajos en alta o baja tensión			
Los empleados reportan lo antes posible riesgos que se puedan presentar al realizar trabajos eléctricos			
Cuando se requiere realizar trabajos de mantenimiento o ajuste en los equipos o líneas se utilizan los procedimientos de bloqueo y etiquetado de fuentes de energía			
Las herramientas portátiles y equipos tienen conexión a tierra o doble aislamiento			
Las extensiones eléctricas tienen conexión a tierra			
Los paneles de control están protegidos por medio de cajetines			
Las áreas con presencia de polvos explosivos o gases y vapores inflamables cuentan con una instalación eléctrica a prueba de explosión			
Se reparan de manera inmediata los cables que tengan deteriorado su aislamiento			
Existen cables en buen estado, en todas las conexiones			
Se prohíbe el uso de escaleras metálicas en áreas donde se pueda entrar en contacto con las partes energizadas de un equipo o conductores o para realizar trabajos eléctricos			

Se tiene localizado a través de planos las instalaciones eléctricas			
Las herramientas eléctricas tienen protecciones adecuadas para su uso en ambientes húmedos			
Se encuentran etiquetados e identificados los conmutadores e interruptores de los equipos			
Antes de cambiar los fusibles se desconectan todos los equipos y la fuente de poder			
Se tiene acceso y suficiente espacio para permitir una distancia segura al realizar trabajos con electricidad			
Se encuentran fácilmente a la vista los controles para desconectar equipos			
Los trabajadores que realizan trabajos eléctricos han recibido capacitación en esta materia y entrenamiento de primeros auxilios			
Se prohíbe a los trabajadores realizar mantenimiento solos en líneas energizadas			
OBSERVACIONES			
Fechas de próxima realización de la inspección:			
Fecha:			
Firma del Inspector:			



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-5
REPORTE N°**

FORMATO DE INSPECCIONES DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

Área:	Fecha de la inspección:		
Inspección realizada por:	Hora:		
INSPECCIONES	Sí	No	No procede
Los tanques que se utilizan para almacenar combustibles son metálicos y adecuados para ese fin			
Se encuentran debidamente identificado en el tanque el tipo de combustible almacenado			
Están suficientemente identificados y correctamente señalizados ambos combustibles			
Los tanques de almacenamiento cuentan con una piscina de contención de volumen adecuado			
Se tienen señales de PROHIBIDO FUMAR en los alrededores de los tanques			
Se cuenta con un procedimiento en caso de fuga o derrame de combustible			
Los tanques de almacenamiento se encuentran sobre plataformas fijas, de concreto o de grava			
Se cuenta con extintores de capacidad suficiente de polvo químico seco o espuma en las cercanías de los tanques			
Los extintores se encuentran libres de obstáculos			
Se ha revisado el sistema de protección catódica de los tanques			
Se disponen de la hojas de seguridad (MSDS) para manejo de ambos combustibles			
Se conocen criterios de incompatibilidad para almacenamiento de ambas sustancias			
OBSERVACIONES			
Fechas de próxima realización de la inspección:			
Fecha:			
Firma del Inspector:			



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-9**

REPORTE N°

FORMATO DE INSPECCIONES DE CALDEROS PIROTUBULARES

TIPO

EXTERNA ()

INTERNA ()

DATOS DEL CALDERO

Marca :	Modelo:
Fecha de construcción:	Fecha de instalación:
Combustible:	Capacidad:
Presión de trabajo:	Presión de operación:
Presión hidrostática (indicar la fecha de realización)	

INSPECCIÓN EXTERNA

	EXISTE	NO EXISTE
Nivelación del caldero		
Corrosión en la parte externa del caldero o tuberías		
Limpieza en el quemador		
Fugas en el quemador		
Limpieza en el control de bajo nivel de agua		
Fugas en el control de bajo nivel de agua		
Control del nivel de combustible		
Fugas de combustible		
Fugas en la alimentación de agua al caldero		
Fugas de vapor del caldero o tuberías		
Limpieza en la bomba de alimentación de agua		
Control de temperatura y presión del caldero		
Tratamiento químico del agua de alimentación		

INSPECCIÓN DE MEDIDORES Y VÁLVULAS

INSPECCIÓN	FUNCIONAMIENTO		
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Medidores de temperatura del vapor			
Medidores de temperatura de la chimenea			
Medidores de presión del vapor			
Válvulas de seguridad			
Válvulas de compuerta			

Válvulas Check (No retorno)			
Válvulas de purga			
Válvulas reguladoras de presión			
Válvulas de globo			
Válvulas de bola			
OTROS			
Instalaciones Eléctricas (Describir estado general y reportar alguna avería)			
Soportes de tuberías (Describir estado general)			
Mantenimiento del caldero (Describir el tipo de mantenimiento realizado)			
Personal encargado de la sala de calderos (Capacitación)			
INSPECCIÓN INTERNA			
INSPECCIÓN	CONDICIÓN		
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Hogar del caldero			
Tubos del caldero			
Carcaza del caldero			
Placa de tubos			
Soldaduras de las placas tubulares			
Refractario			
CÁMARA DEL CALDERO			
Cámara seca (Refractario)			
Cámara húmeda (Enfriado por agua)			
Cámara semiseca			
SUPERFICIES DEL LADO FUEGO DEL CALDERO			
		EXISTE	NO EXISTE
Corrosión			
Incrustaciones			
Fugas			
Desgaste			
SUPERFICIES DEL LADO AGUA DEL CALDERO			
Corrosión			
Incrustaciones			
Fugas			
Desgaste			
DEL INGENIERO RESPONSABLE			
Fecha:			
Nombre y Apellidos:			
Firma:			



**HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLÓN ESPINOSA
AYALA "SOLCA"**

**FORMATO
FSCS-11**

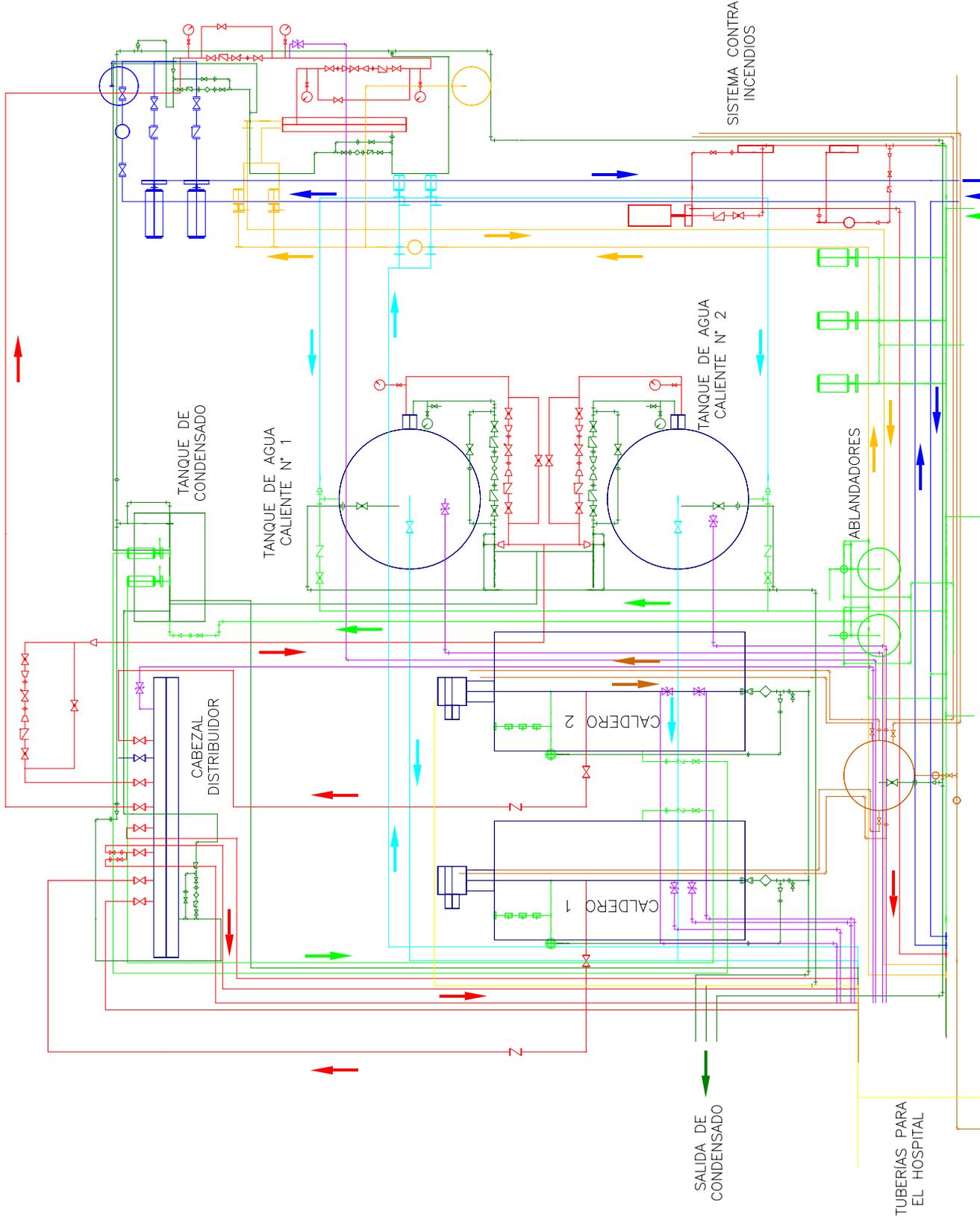
REPORTE N°

FORMATO DE REPORTE DE INCENDIO

Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de finalización:
Lugar:	Posible causa:	
¿Dónde se inicio?	Extensión del área involucrada:	
¿Cómo se detecto?		
¿Hubo lesionados? Describir		
¿Cómo se produjo?		
Causas Primarias:		
Factores de propagación:		
Materiales y equipos afectados:		
Agentes extintores utilizados:		
¿Hubo apoyo externo?		
Describir como se extinguió		
OTROS	Si	No
¿Se pudo evitar el incendio?		
¿Pudo ser detectado antes?		
¿Existe un plan de contingencias?		
¿Se aplicó el plan de contingencias?		
DE LA MAGNITUD DEL DAÑO		
Mínimo ()	Grave ()	
Severo ()	Desastre ()	
Descripción de áreas, equipos o instalaciones afectadas:		

DEL PERSONAL	Si	No
¿Conocen el plan de contingencias?		
¿Conocen las técnicas de control de emergencias?		
¿Conocen el uso correcto del equipo contra incendios?		
DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS	Si	No
¿Funcionaron los equipos de control de primera línea? Extintores		
¿Se encuentran en lugares de fácil acceso?		
¿El almacenamiento de agua es suficiente?		
¿Se utilizaron los equipos adecuadamente?		
DE LAS MEDIDAS PARA EVITAR REPETICIONES		
Medidas preventivas:		
Medidas correctivas:		
DEL INGENIERO RESPONSABLE		
Firma:		
Nombre y Apellidos:		
Fecha:		

PLANOS
SERIE PSCS



Nota:

Las flechas indican la dirección del flujo sea este de suministro o retorno

TUBERÍA	COLOR
Agua helada	Blue
Agua para calefacción	Orange
Agua caliente	Green
Agua de condensado	Yellow
Agua de suministro	Purple
Vapor	Red
Seguridad	Light Blue
Combustible	Light Green
Contra incendios	Light Orange
GLP	Light Purple

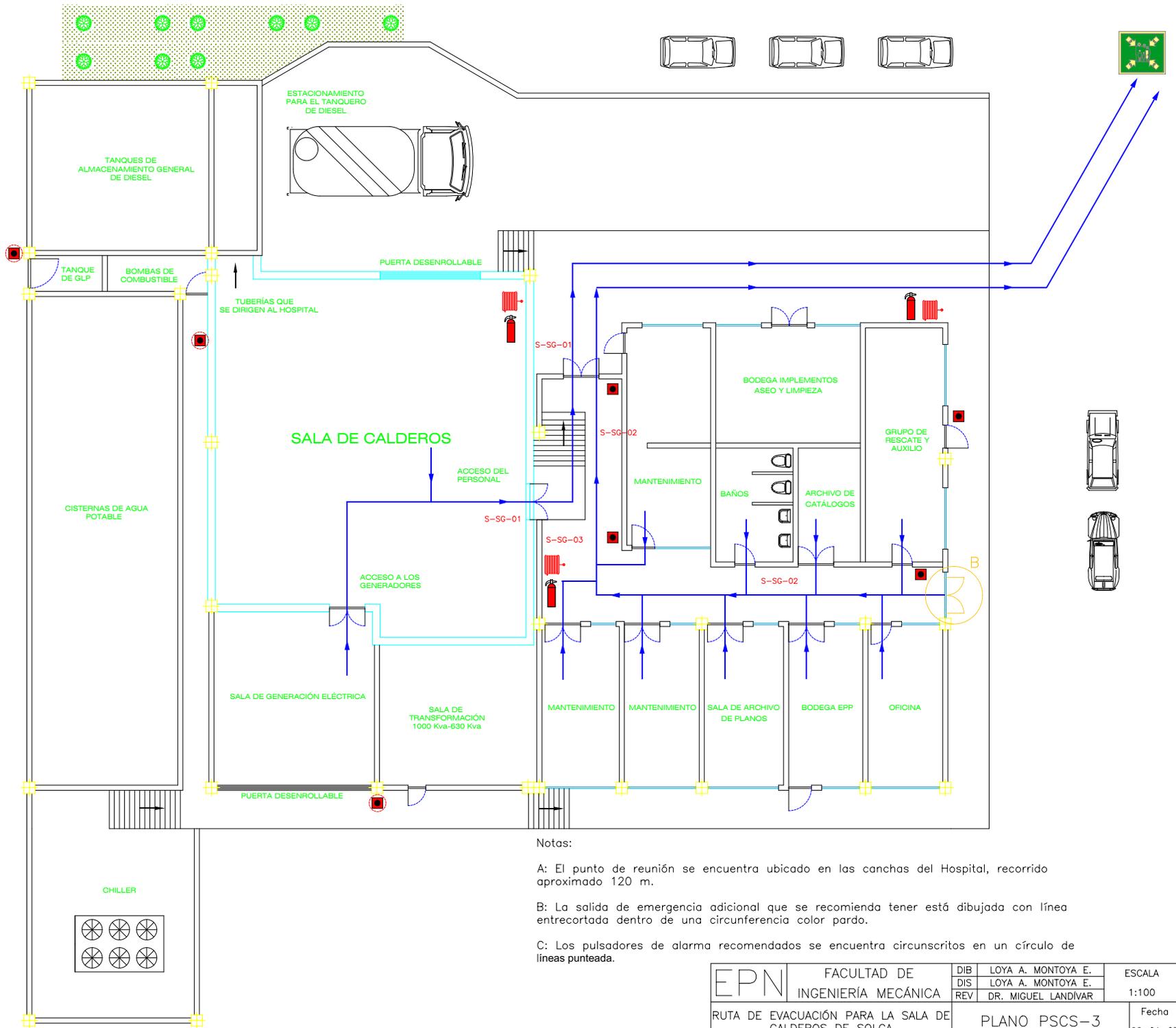
ACCESORIOS	SIMBOLOGÍA
Válvula de Compuerta	Circle with cross
Válvula de Globo	Circle with X
Válvula de Bola	Circle with dot
Válvula de Seguridad	Circle with triangle
Válvula Reguladora Presión	Circle with diamond
Válvula Check	Circle with arrow
Filtro en Y	Circle with Y
Válvula Compuerta entre bridas	Circle with cross and lines
Válvula Check entre bridas	Circle with arrow and lines
Válvula Filtro Y entre bridas	Circle with Y and lines
Válvula de Bola entre bridas	Circle with dot and lines
Trampa Termodinámica	Diamond
Reductor	Circle with arrow and lines
Manómetro	Circle with 'M'
Purgador con morado manual	Diamond with 'M'

SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

SUMINISTRO DE GLP

SUMINISTRO DE AGUA

ENTRADA Y SALIDA DE AGUA HELADA AL CHILLER



ESTACIONAMIENTO

TANQUES DE ALMACENAMIENTO GENERAL DE DIESEL

ESTACIONAMIENTO PARA EL TANQUERO DE DIESEL

TANQUE DE GLP BOMBAS DE COMBUSTIBLE

PUERTA DESENRROLLABLE

TUBERÍAS QUE SE DIRIGEN AL HOSPITAL

SALA DE CALDEROS

CISTERNAS DE AGUA POTABLE

ACCESO DEL PERSONAL

BODEGA IMPLEMENTOS ASEO Y LIMPIEZA

GRUPO DE RESCATE Y AUXILIO

MANTENIMIENTO

BAÑOS

ARCHIVO DE CATALOGOS

ACCESO A LOS GENERADORES

SALA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

SALA DE TRANSFORMACIÓN 1000 Kva-630 Kva

MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO

SALA DE ARCHIVO DE PLANOS

BODEGA EPP

OFICINA

PUERTA DESENRROLLABLE

CHILLER

SIMBOLOGÍA

	Extintor PQS
	Manguera de incendios
	Pulsador de alarma
	Punto de reunión
	Ruta de evacuación

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
Seguridad	Salida de emergencia	S-SG-01
Seguridad	Flèche Izquierda	S-SG-02
Seguridad	Teléfono de emergencia	S-SG-03

Notas:

- A: El punto de reunión se encuentra ubicado en las canchas del Hospital, recorrido aproximado 120 m.
- B: La salida de emergencia adicional que se recomienda tener está dibujada con línea entrecortada dentro de una circunferencia color pardo.
- C: Los pulsadores de alarma recomendados se encuentra circunscritos en un círculo de líneas punteada.

EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB	LOYA A. MONTOYA E.	ESCALA 1:100
		DIS	LOYA A. MONTOYA E.	
		REV	DR. MIGUEL LANDIVAR	
RUTA DE EVACUACIÓN PARA LA SALA DE CALDEROS DE SOLCA		PLANO PSCS-3		Fecha 22-01-07

