



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
POSTGRADO DE ESPECIALIZACIÓN
EN INGENIERÍA DE AMBIENTE, HIGIENE Y SEGURIDAD



T55
R35
PDVSA
CIED

ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGOS DE LA INSTALACIÓN
LAMA PROCESO LGN, DE LA GERENCIA DE PLANTAS DE GAS
PDVSA OCCIDENTE

DONACION

SERBIULA
Tulio Febres Cordero

Profesor Asesor:

Ing. John W. Ramírez

Tutor Industrial:

Ing. Alberto Barrientos

Realizado por:

Ing. Victor Ramos

MERIDA - DICIEMBRE 2.000

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por brindarme salud y seguir unido a mi hermosa familia.

A mi esposa Elvis Francisca por sus continuos consejos

A mis hijos Jaclin de Los Angeles, Daniela Alejandra, Dayana Alexandra, Víctor Daniel y

Daniela de Los Angeles, a ellos por permitirme tomar parte de su tiempo, brindarme su apoyo, colaboración, amor y su confianza.

A mi madre Olga por su fé y esperanza que brinda en mí.

A mi tía Marianela por su palabras de aliento.

Y especialmente a la memoria de mi querida abuela Bárbara.

AGRADECIMIENTO

El autor de este trabajo expresa el más sincero agradecimiento y satisfacción a las siguientes personas:

Al Profesor Ingeniero John W. Ramírez, Ingeniero José M. Anderes, Ingeniero Cesar Vega, Licenciada en Metodología Coromoto L. de Salazar Ingeniero Ambiental José Valecillos y su equipo Técnico Especialista en Higiene Industrial, Ingeniero Alberto Barrientos y al personal de la sala de proyecto de Ingeniería de Occidente.

A todos las personas por proporcionar la información técnica, lineamientos y pautas para el estudio, los conceptos básicos que fueron primordiales para el desarrollo de este trabajo, la metodología, soporte técnico por los especialistas y sus equipos de medición, las supervisiones continuas para el desarrollo del trabajo en campo.

A todo el personal de Operaciones del Complejo Lama y especialmente a su Líderes de planta el Licenciado en Administración Manuel Molero, Ingeniero Elio Rodríguez, Ingeniero Rafael Zerlin y al Líder de la Gerencia de Mantenimiento de Plantas de Gas Agustín Núñez.

A los supervisores de programación Freddy Nava y Pedro Basabe por facilitar las herramientas de trabajo y logística para cumplir la fase de aplicación del Mapa de Riesgo en campo.

A todos los compañeros de la VI Cohorte por permanecer unidos y brindarnos el apoyo continuo, secreto primordial para el Éxito.

Especial gratitud a los Ingenieros Servio Tulio Dávila y Ricardo Quintana por su interés en brindarme la oportunidad en realizar esta Especialización de Ingeniería en Ambiente Higiene y Seguridad.

RESUMEN

PDVSA , desarrolla y mejora estudios de los procesos y del medio ambiente de trabajo de cada una de nuestras instalaciones en las diferentes áreas, con la finalidad de establecer las medidas de control necesarias para minimizar los riesgos presentes en las mismas y mantener la gran preocupación de quedarse a través del tiempo con la competitividad mundial de la producción y comercialización de los hidrocarburos. Además se integra fácilmente a los cambios y exigencias del mercado y por ende enfocado a participar muy activamente en la vanguardia referida en materia de Ambiente, Higiene y Seguridad asociando muy de cerca su misión y visión institucional con los logros de sus objetivos y entre ellos se encuentra la elaboración de los Mapas de Riesgos.

El objetivo del presente trabajo es la elaboración del Mapa de Riesgos de la planta Lama proceso LGN, perteneciente al Complejo Lama y ubicada en el centro del Lago de Maracaibo bajo la Gerencia de Operaciones de Plantas de Gas Occidente del Distrito Maracaibo, continua aplicando las normativas nacionales e internacionales para la confrontación de los resultados obtenidos en la evaluación de ruido, vibración, temperatura, iluminación, radiación no ionizante y productos químicos.

El elaborar el Mapa de Riesgos permite visualizar gráficamente los riesgos, su ubicación y la fuente generadora de los mismos. Por otra parte la metodología empleada permitirá el control y seguimiento mediante programas de actualización y minimización de los riesgos mas significativos presentes en la planta Lama LGN.

Mediante la evaluación de todos los factores se obtuvo como resultado que la planta Lama LGN presenta altos niveles de ruido principalmente en su área de proceso, los niveles de vibración mas significativos se encontraron en su área de proceso , al igual que los valores de temperatura. Por otro lado la iluminación es deficiente a nivel de toda la instalación, y en las mediciones de radiaciones no ionizantes no se detectó ningún nivel (campos electromagnéticos) significativo.

El manejo y almacenamiento de los productos químicos utilizados en la planta se usan con mucha precaución sin perder la esencia de las Políticas Ambientales.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE MAPAS	xv

INTRODUCCIÓN	16
--------------	----

CAPITULO 1

1.-EL PROBLEMA	18
1.1.-FORMULACION DEL PROBLEMA	18
1.1.1.- Antecedentes del Problema	18
1.1.2.-Ventajas que se Obtienen con el Mapa de Riesgos	20
1.1.3.-Desventajas que Presenta el Mapa de Riesgos	20
1.2.-JUSTIFICACIÓN	20
1.3.-OBJETIVO GENERAL	21
1.3.1.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.4.-ALCANCE	22
1.5.-LIMITACIÓN	23

CAPITULO 2

2.- DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	25
2.1.-DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	25
2.2.-UBICACIÓN DE LA PLANTA LAMA PROCESO LGN	27
2.3.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA LAMA LGN	27
2.3.1.-SEPARACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN DE ENTRADA	28
2.3.2.-DESHIDRATACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN	29

2.3.3.-RECUPERACIÓN DE LGN	30
2.3.4.-EXPANSIÓN	31
2.3.5.-DEETANIZADOR	31
2.3.6.-PRODUCTO LGN	32
2.3.7.-SISTEMA DE EMERGENCIA Y SEGURIDAD	34
2.3.8.-SISTEMA DE ACEITE CALIENTE	35
2.3.9.-SISTEMA DE DRENAJE CERRADO	35
2.3.10.-SISTEMA DE DRENAJE ABIERTO	35
2.3.11.-SISTEMA DE AIRE EN PLANTA	36
2.3.12.-SISTEMA DE GAS DE SELLO	36
2.3.13.-SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE	36

CAPITULO 3

3.- MARCO TEORICO	39
3.1.-ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.2.-MAPA DE RIESGOS	41
3.2.1.- MAPA DE RIESGOS CONVENCIONAL	42
3.2.2.-MAPA DE RIESGOS VIRTUAL	42
3.3.- RUIDO	43
3.3.1.-Conceptos Generales	43
3.3.2.-EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO	44
3.3.3.- FUENTES DE GENERACION DE RUIDO EN LA IPPN	45
3.3.4.- EVALUACION DE RUIDO	48
3.3.5.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE RUIDO	48
3.3.6.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN AL RUIDO	50
3.3.6.7.- ASPECTOS LEGALES	53
3.4.- VIBRACIÓN	54
3.4.1.- CLASIFICACIÓN DE LA VIBRACIÓN	54
3.4.1.1Conceptos Generales	54
3.4.2.- EFECTOS DE LA VIBRACIÓN SOBRE EL ORGANISMO	55
3.4.3.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE VIBRACIÓN	56
3.4.5.- ASPECTO LEGAL	59

3.5.- ILUMINACIÓN	59
3.5.5.-EQUIPO DE MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS	64
3.5.6.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN A LA ILUMINACIÓN	65
3.5.7.- ASPECTO LEGAL	69
3.6.-ESTRÉS CALÓRICO	69
3.6.1.-Conceptos Generales	70
3.6.2.-EL CLIMA EN EL SITIO DE TRABAJO	70
3.6.3.-BALANCE DE CALOR DEL CUERPO	71
3.6.4.-EFECTOS DEL CALOR SOBRE EL ORGANISMO	72
3.6.5.-EFECTOS DEL FRIO SOBRE EL ORGANISMO	72
3.6.6.-EQUIPO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA	74
3.6.7.-CRITERIOS DE EXPOSICIÓN POR TEMPERATURA	78
3.6.8.-ASPECTO LEGAL	79
3.7.-SUSTANCIAS QUÍMICAS	80
3.7.1.-CONTAMINANTES QUÍMICOS	82
3.7.2.-PRODUCTOS QUÍMICOS	82
3.7.3.-NIVELES DE EXPOSICIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS	83
3.7.3.1.-CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS	83
3.7.3.1.-TLV-TWA (Promedio ponderado en el tiempo)	84
3.7.3.2.-TLV-STEL (Límite de exposición para períodos cortos	84
3.7.3.3.-TLV-T (Valor techo)	84
3.7.3.4.-EVALUACIÓN DE GASES	85
3.7.3.5.-MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	85
3.7.3.6.-METANO (CH ₄)	85
3.7.4.-CRITERIO DE EXPOSICIÓN A LAS SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS CONTAMINANTES	85
3.7.5.-ASPECTO LEGAL	85
3.8.- RADIACIONES NO IONIZANTES	89
3.8.1.-TIPOS DE RADIACIONES NO IONIZANTES	89
3.8.2.-EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES	90
3.8.3.-EQUIPO DE MEDICIÓN	90
3.8.3.1.-EQUIPO DE MEDICIÓN ELF HI-3604 CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNETICOS ASOCIADOS A TRANSMISIONES ELECTRICAS	92
3.8.3.2.-EQUIPO DE MEDICIÓN VDT / VLF HI-3603 TERMINALES DE VIDEO MONITORES DE COMPUTADORA – TELEVISORES	96

3.9.-NORMATIVAS APLICABLES A LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LA INSTALACIÓN SELECCIONADA	104
---	-----

CAPITULO 4

4.- MARCO METODOLOGICO	106
4.1.-TIPO DE INVESTIGACIÓN	106
4.2.- METODO DE INVESTIGACIÓN	106
4.3.-METODOLOGÍA PLANTEADA	107
4.3.1.-Fase preliminar	107
4.3.2.-Fase intermedia	107
4.3.3.-Fase final	108
4.4.-TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	108
4.5.- ENTREVISTAS PERSONALES OPERADORES Y MANTENEDORES	109
4.6.-IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	109
4.7.-EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS	109
4.8.1.-EVALUACION DE HIGIENE INDUSTRIAL	110
4.9.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR RUIDO	110
4.10.-EVALUACIÓN DE RUIDO	110
4.10.1-COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR RUIDO	112
4.11.-EVALUACIÓN DE VIBRACIÓN	116
4.11.1.-COMO SE PROCEDIO A EVALUAR LA VIBRACIÓN	116
4.12.-EVALUACIÓN DE ILUMINACIÓN	117
4.12.1.-COMO SE PROCEDIO A EVALUAR LA ILUMINACIÓN	118
4.13.-EVALUACIÓN DE ESTRÉS CALÓRICO	119
4.13.1.-COMO SE PROCEDIO A EVALUAR EL ESTRÉS CALÓRICO	119
4.14.-EVALUACIÓN DE RADIACIÓN NO IONIZANTE	121
4.14.1.-COMO SE PROCEDIO A EVALUAR LA RADIACIÓN NO IONIZANTE	122
4.15.-PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACION Y MEDICION POR SUSTANCIAS Y CONTAMINANTES QUÍMICOS	123

CAPITULO V

5.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DIAGNOSTICO	127
5.1.-ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN RUIDO	127
5.2.-ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION POR VIBRACIÓN	131
5.3.-ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ILUMINACIÓN	135
5.4.-ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS POR ESTRÉS CALÓRICO	138
5.5.-ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS POR RNI	141
5.6.-PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR EL MAPA DE LOS PRODUCTOS Y SUSTANCIAS COMTAMINANTES	144
5.7.-PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR EL MAPA DE LOS RIESGOS GENERAL DE LA INSTALACOÓN	148

CAPITULO 6

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
6.1.-CONCLUSIONES	152
6.2.-RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	157
REFERENCIAS	159

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA N°1 FUENTE DE GENERACIÓN DE RUIDO INP, NORMAS VENEZOLANAS COVENIN 1565:1995	47
TABLA N°2 LÍMITES DE UMBRALES DE EXPOSICIÓN PARA RUIDO	53
TABLA N°3 ILUMINACIÓN RECOMENDABLE POR LA IPPN, NORMA VENEZOLANA COVENIN 2249:1993	68
TABLA N°4 VALORES LÍMITES PERMISIBLES A LA EXPOSICIÓN DEL CALOR	74
TABLA N° 5 a VALORES LÍMITES MÁXIMOS DE RIESGO PARA EXPOSICIÓN DIARIA AL FRÍO	74
TABLA N°5b CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE CALOR METABÓLICO	76
TABLA N°6 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA	78
TABLA N°7 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSMISIÓN Y POTENCIA	96
TABLA N° 8 LÍMITES DE EXPOSICIÓN AL PÚBLICO SEGÚN NORMA COVENIN	96
TABLA N° 9 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN NO IONIZANTE	100
TABLA N° 10 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE RADIO FRECUENCIA. LÍMITES DE EXPOSICIÓN SEGÚN LA NORMA 2238:1998	102
TABLA N°11 LÍMITE DE EXPOSICIÓN PÚBLICO SEGÚN NORMA COVENIN 2238:1995	102

	Pag.
TABLA N° 12 MEDICIÓN DE RUIDO ÁREA DE PROCESO	129
Tabla N° 13 MEDICIÓN POR VIBRACIÓN ÁREA DE PROCESO	133
Tabla N° 14 Medición de iluminación, “VCR” Plataforma Lama LGN	137
Tabla N° 15 Medición del iluminación área proceso LG	138
Tabla N° 16 Medición de temperatura	140
Tabla N° 17 Medición de Radiaciones no Ionizantes video terminal Planta Lama	142
Tabla N° 18 Medición de Campo electromagnético área subestación / UCR	143
Tabla N° 19 Tabla Productos Químicos utilizados en la Planta Lama LGN	146
Tabla N° 20 Productos Químicos utilizados en el Laboratorios de la Planta GLP	147

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA N°2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL COMPLEJO LAMA, LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA LAMA PROCESO LGN	27
FIGURA N°2.2 DIAGRAMA DEL PROCESO LAMA LGN	28
FIGURA N°2.3 SEPARACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN	29
FIGURA N°2.4 SECADO DEL GAS NATURAL HUMEDO	31
FIGURA N°2.5 RECUPERACIÓN DE LGN Y EXPANSIÓN	33
FIGURA N°2.6 EQUIPOS DE DETANIZACIÓN Y RECUPERACIÓN	34
FIGURA N°2.7 EQUIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE LIQUIDO Y TRANSFERENCIA LGN	35
FIGURA N°2.8 EQUIPOS PRINCIPALES DEL PROCESO LGN	36
FIGURA N°3.1 EQUIPO DE MEDICIÓN DE RUIDO. SONOMETRO	50
FIGURA N°3.2 EQUIPO DE MEDICIÓN DE VIBRACIÓN	58
FIGURA N°3.3 EQUIPO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN	65
FIGURA N°3.4 ELEMENTOS DELMPANEL DEL ANALIZADOR DE DATOS CLIMÁTICOS PARA MEDIR ESTRÉS CALÓRICO	75
FIGURA N°3.5 PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS	84
FIGURA N°3.6 RADIACIÓN NO IONIZANTE EN TRANSMISIONES Y VIDEOS TERMINALES	92
FIGURA N°3.7 MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO HI- 3604	93
FIGURA N°3.8 MEDICION DE CAMPO MAGNETICO HI-3603	97
FIGURA N°4.1 ESQUEMATICO DE PUNTOS DEFINIDOS PARA MEDICIONES DE RUIDO EN LA PLATAFORMA	115
FIGURA N°5.1 LIMITES DE EXPOSICIÓN PERMISIBLE EN FUNCIÓN DE LAS FRECUENCIAS SENSIBLES Y ACELERACIÓN TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	134

FIGURA N°3.8 MEDICION DE CAMPO MAGNETICO HI-3603	96
FIGURA N°4.1 ESQUEMATICO DE PUNTOS DEFINIDOS PARA MEDICIONES DE RUIDO EN LA PLATAFORMA	114
FIGURA N°5.1 LIMITES DE EXPOSICIÓN PERMISIBLE EN FUNCIÓN DE LAS FRECUENCIAS SENSIBLES Y ACELERACIÓN TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	133

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE MAPAS

	Pag.
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RUIDO	131
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE VIBRACIÓN	135
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE ILUMINACIÓN	139
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE ESTRÉS CALÓRICO	
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RADIACIÓN NO IONIZANTE	141
MAPA DE PRODUCTOS Y SUSTANCIAS TOXICAS	148
MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS GENERAL DE LA INSTALACIÓN PLOT PLANT. COMPLEJO	116

INTRODUCCIÓN

La gerencia de Seguridad Higiene y Ambiente de PDVSA Occidente buscando mejores condiciones de trabajo en las operaciones de plantas de gas y áreas operacionales requiere continuar con los procesos de automatización de la información de los recursos inherentes a sus procesos y actividades.

A raíz de los nuevos cambios e implantaciones de los modelos de la Gerencia de Seguridad y los procesos ISO – 9000 como plataforma y en dirección de ISO – 14000, se pretende desarrollar en estudios sistemáticos y de carácter general que suministre información a fin de que permitan realizar análisis orientados al conocimiento real de las operaciones que realizan, actualizando las condiciones de trabajo directamente relacionadas con los agentes generadores de riesgos.

De esta manera surge la necesidad de la operación de la técnica conocida como Mapa de Riesgos la cual sirve entre otras cosas como elemento fundamental para elaborar los planes de emergencia y los planes preventivos de operación.

El mapa de Riesgos es una herramienta fundamental y básica que facilita las labores de reconocimiento, evaluación y control del riesgo. En este estudio se pretende realizar el mapa de riesgos en la instalación Lama Proceso LGN perteneciente al Complejo Lama de la Unidad de Explotación y Producción Lagomedio PDVSA Occidente, ubicada en el centro del Lago de Maracaibo estado Zulia.

Para la elaboración de este mapa de riesgos se utilizará la técnica de análisis de riesgos, códigos y normas tales como los reglamentos de trabajo, normas COVENIN entre otros. Con el diseño de este mapa de riesgos se facilitará la rápida identificación de riesgos en las diferentes áreas de la instalación.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1.- FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA ⁽³⁾

El término Mapa de Riesgos es relativamente nuevo, teniendo su origen en Europa específicamente en Italia en la década de los 60 e inicio de los años 70. Como parte de las estrategias adaptadas por los sindicatos Italianos en defensa de la salud laboral de la población trabajadora.

Por lo tanto este planteamiento está fundamentado en cuatro principios básicos que mencionaremos a continuación:-

- La alta nocividad del trabajo no se paga, todo lo contrario se elimina.
- La no-delegación de los trabajadores en alguien para el control de su salud.
- Los trabajadores interesados son los más competentes para decidir sobre las condiciones Ambientales, Higiene y Seguridad en el sitio de trabajo.
- El conocimiento que poseen los trabajadores en materia del ambiente laboral el cual se desempeñan, debe ser estímulo para el logro de reforzamiento de las debilidades presentes.

En nuestro país durante el año de 1986, el Congreso de la Republica decreta la Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente en el Trabajo “LOPCYMAT”, la cual establece que el artículo seis (6), párrafo uno (1), que expresa:- “Ningún trabajador podrá ser expuesto a la acción de agentes físicos, químicos, biológicos o de cualquier otra índole, sin ser advertido por escrito y por cualquier medio idóneo de la naturaleza de las misma, de los daños que pudiesen causar a la salud y lesionados en los principios de su prevención”.⁽¹⁷⁾

Para el caso del Complejo Lama no existen antecedentes en materia de elaboración de Mapa de Riesgos en ninguna de sus plantas y / o instalaciones de sus procesos operacionales, razón por la cual no existe una metodología establecida para su elaboración, sin embargo se tomarán en consideración los trabajos previos realizados en otras

instalaciones semejantes, con el fin de desarrollar una metodología de elaboración y aplicación.

Se iniciarán también revisiones y evaluaciones previas que se hallan desarrollado en otras instalaciones, igualmente se ejecutarán muestreos evaluativos en la Planta Lama Proceso LGN, de allí se apoyarán todas las bases para el soporte y determinar los niveles de los factores de riesgos, basándose en las Normas COVENIN aplicables en cada uno, solo con el propósito de mantener muy atento y en alerta al trabajador, no solo en los factores de posible efecto y la existencia de ellos; si no también de las medidas de prevención, correctivas y de protección a tomar en aquellos casos donde la exposición es un potencial inevitable.

El Mapa de Riesgos es un instrumento básicamente informativo que permite localizar a los agentes generadores de riesgo presentes en un espacio geográfico determinado, facilitando el control y seguimiento de los mismos, mediante la implantación de programas de prevención de acuerdo a las prioridades observadas. Estas herramientas presentan las siguientes características:-

- En la elaboración del Mapa de Riesgos los trabajadores juegan un factor importante por que son ellos los que deben suministrar la información para el desarrollo del mismo, mediante la aplicación de encuestas y / o entrevistas, las cuales permitirán conocer opiniones sobre los agentes generadores de riesgos y los límites determinados donde se ejercen ejecutan sus labores día a día
- La información que se recauda, se reflejará en el Mapa de Riesgos y deberá ser sistemática y actualizable, no pudiendo ser entendido como una actividad puntual, sino como una forma de recolección y análisis de datos que permiten una adecuada orientación de las actividades preventivas sucesivas.
- Los límites definidos en la geografía de la instalación para la consideración en el estudio, el Mapa de Riesgos se puede aplicar a grandes extensiones como países, estados o partes de ellas y de acuerdo al tema a tratar se puede referir en el área Industrial, Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y / o Ambiental.
- El Mapa de Riesgos se representa en forma geográfica, pero muy complementado con información aunadas en tablas.
- El Mapa de Riesgos estará en función de periodos de formulación considerando los factores siguientes:

- Tiempo considerado para el cumplimiento de la propuesta de mejoras.
- Escenarios críticos.
- Inconsistencia en los documentos.
- Modificación en los procesos de producción.
- Proceso de evaluación periódica establecido en la normativa vigente.

1.1.2.- Ventajas que se Obtienen con el Mapa de Riesgos ⁽²⁾

- Identificación de los riesgos laborales y las condiciones de trabajo de una forma fácil.
- Valor cuantificable de la capacidad agresiva de los riesgos, desarrollada básicamente en las variables consecuencias y probabilidades.
- Se conocerán los niveles de exposición el cual estará sometidos los trabajadores durante la ejecución de sus actividades del día a día.
- Serán conocidos los tiempos de exposición del personal que permanecerá en la planta en el área de riesgo.
- Oportunidad de poner en práctica las estrategias para mejorar las condiciones de trabajo.

1.1.3.- Desventajas que Presenta el Mapa de Riesgos ⁽²⁾

- Se considera de mucha importancia el no actualizar la información presentada en el Mapa de Riesgos, ya que ocasiona la pérdida de vigencia y como consecuencia impactar en la integridad de los trabajadores como también en personas que permanezcan en la planta violando la LOPCYMAT en todos sus artículos.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

El compromiso que tiene la Gerencia de Plantas de Gas del Distrito Maracaibo, es brindar y mantener a sus trabajadores en su integridad física al momento de ejecutar sus labores en sus instalaciones, se ha establecido como nuevos lineamientos los retos establecidos para los próximos años del 2000 - 2009. Por lo que es de mayor énfasis la elaboración de los Mapas de Riesgos en cada una de nuestras áreas operacionales.

En el Complejo Lama no se han elaborado este tipo de Mapa de Riesgos, a pesar de tener identificado en un porcentaje considerado los riesgos ocupacionales presentes en cada una de las plantas que conforman este Complejo. Por consiguiente se aprovecha esta debilidad

convirtiéndola en una oportunidad para desarrollar estos Mapa de Riesgos, iniciándolos en la Planta Lama Proceso LGN de dicho Complejo.

La Gerencia de Operaciones Plantas de Gas del Distrito Maracaibo y bajo el lineamiento corporativo, se han planteado múltiples estrategias para lograr el cumplimiento en esta materia dentro de los esquemas en Higiene, Ambiente y Seguridad; siendo una de ellas la de organizar un grupo integrado para elaborar un sistema de información geográfico para la instalación Lama Proceso LGN, allí se efectuara la digitalización global de las instalaciones con el objetivo de modificar criterios, actualizar información, establecer medidas preventivas de control, etc.

En este sentido la Gerencia de Ambiente Higiene y Seguridad “SHA”, a través de las diferentes Gerencias de Operaciones inició el proceso de identificación, evaluación, análisis y reconocimiento de las medidas de control que serán las mas acertadas para la minimización de los riesgos ocupacionales existentes en planta, finalmente se elaborara el Mapa de Riesgos el cual servirá de la misma forma al sistema de información geográfica automatizada.

1.3.- OBJETIVO GENERAL

Identificar los elementos que originan los riesgos ocupacionales existentes en toda el área de la Planta, perteneciente al Complejo Lama, con el propósito de elaborar el Mapa de Riesgos para la actualización de los planes de emergencias, facilitar el mejor control y seguimiento de los riesgos e identificación de los mismo en la instalación.

1.3.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recabar la información sobre los procesos y riesgos existentes en la instalación.
- Recopilar información sobre las practicas y procedimientos efectuados por el personal tanto de operaciones como de mantenimiento asignado a la Planta Lama de Proceso LGN.
- Detectar las áreas de acceso, estadía y condiciones del personal que visite la Planta en mención.
- Identificar, evaluar y analizar los agentes de riesgos fisicos, químicos, biológicos y ergonómicos.

- Suministrar la apreciación visual de los riesgos ocupacionales, su ubicación y fuentes generadoras.
- Elaborar una aplicación piloto del Mapa de Riesgos en la planta y que sirva como insumo para la construcción de esta herramienta como sistema de información e identificación geográfica para el resto de las instalaciones del complejo como acción futura.
- Comunicarle al trabajador, no solo la existencia y posibles efectos de riesgos; si no también las medidas preventivas, correctivas y de protección a tomar en aquellas situaciones de exposición que pudiesen ser inevitables para ejecutar sus labores.
- Diseñar una herramienta computarizada sencilla para facilitar la presentación en forma grafica del Mapa de Riesgos; así como el acceso fácil a la información, mantenimiento y actualización de la información referente al mismo Mapa.
- Facilitar una herramienta de asesoramiento continuo, en áreas de trabajo para permitir un exigente seguimiento y control de forma factible.
- Establecer estudios epidemiológicos de ser necesario, ya que permite visualizar la tendencia de enfermedades profesionales potencialmente desarrolladas.
- Impulsar la utilización del Mapa de Riesgos como instrumento divulgativo para notificar al personal que labora en las áreas expuestas a riesgos inevitables y así mantener un firme cumplimiento con el artículo número seis (6) de la Ley Prevención, Condición y Medio Ambiente del Trabajo, el Manual de Riesgos de PDVSA (Prevención y Protección de Incendio), los lineamientos Corporativos del GSP, la Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencia y el Manual de Normas y Procedimientos SHA / Procedimientos de Investigación.

1.4.- ALCANCE

Elaborar el Mapa de Riesgos donde estarán sujeto a los riesgos identificados en la Planta Lama Proceso LGN, perteneciente al Complejo Lama de la Unidad de Explotación y Producción Lagomedio, bajo la Gerencia Plantas de Gas de PDVSA Occidente. En esta planta se analizaran los agentes físicos y químicos.

El tiempo que se empleará para el desarrollo de este trabajo de grado es de ocho (8) semanas continuas, periodo exigido por la coordinación de Post Grado SHA de la facultad de Ingeniería de la Escuela de Química de la Universidad de Los Andes.

Durante este lapso será desarrollado el proyecto donde se mantendrá una continua interacción con el custodio y supervisores de la instalación para poder tener contacto con todo el personal de operaciones como de mantenimiento asignado a la Planta Lama Proceso LGN.

1.5.- LIMITACIÓN

El límite del proyecto consiste en la Elaboración del Mapa de Riesgos a la Planta Lama Proceso LGN, estará enfocado y limitado a la instalación que pertenece al Complejo Lama bajo la Gerencia de Plantas de Gas y Extracción de Líquido LGN ubicada en Lagomedio de PDVSA Gas de Occidente.

El tiempo de duración exigido por la Coordinación de Post Grado es de ocho (8) semanas continuas iniciándose en la fecha del 18 de Octubre y culminando en fecha 13 de Diciembre del año 2000.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 2

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

PDVSA, es una empresa verticalmente integrada, la misma se dedica al negocio de los hidrocarburos en todas sus fases como: Exploración, Producción, Refinación, Transporte y Comercialización del petróleo y sus derivados; tanto en el mercado Nacional como en el Internacional.

La Corporación tiene su presencia en todo el país, por lo que este trabajo bajo el nombre de Elaboración de Mapa de Riesgos será aplicado en una de sus instalaciones pertenecientes a la Gerencia de Planta de Gas de la Unidad de Explotación y Producción Occidente, ubicada en el Estado Zulia específicamente en el Lago de Maracaibo. En la actualidad PDVSA Gas Exploración y Producción Occidente esta constituido en los Distritos siguientes:

- **Distrito Maracaibo**
- Distrito Lagunillas
- Distrito Tía Juana

En el **Distrito Maracaibo** se encuentra la Unidad de Explotación y Producción (U. E. P.) Lagomedio, la misma tiene la responsabilidad de los Bloques IX / X / XIV, la Gerencia de Producción y el Complejo Lama perteneciente a la Gerencia de Operaciones de Plantas de Gas.

2.2.- UBICACIÓN DE LA PLANTA LAMA PROCESO LGN

La Planta en mención se encuentra localizada a una distancia en tiempo por navegación lacustre de 2:00 horas desde el muelle de San Francisco El Bajo hacia el área denominada como Bloque IX, localidad ubicada en el centro del Lago de Maracaibo y por la Costa Oriental con un tiempo de 1:30 horas. Este Complejo consta de cuatro Plantas de Compresión de Gas, una Planta de Extracción de Líquidos y una Planta de Generación Eléctrica. (Ver Figura N° 2.1).



FIGURA N° 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL COMPLEJO LAMA

2.3.1.- SEPARACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN DE ENTRADA

El gas de alimentación proviene del proceso continuo de las Plantas de compresión de gas. Iniciando el proceso de extracción de líquido LGN, pasando primero por el separador de entrada; (V- 1), y posteriormente al filtro / separador de entrada; (F-1), el cual funciona a 1750 psig y 120°F. El separador de entrada y el filtro / separador de entrada están diseñados para remover líquidos y partículas que vienen en la corriente de gas. Es necesaria la remoción de estos materiales para proteger las capas de tamiz molecular.

Los aceites pesados y las partículas obstruyen los poros de las capas del tamiz molecular ocasionando que las mismas se degeneren. Los líquidos que se recuperan en estos recipientes, se descargan al sistema de drenaje cerrado mediante un sistema de control de nivel de líquidos recuperados del proceso. (Ver Figura 2.3)

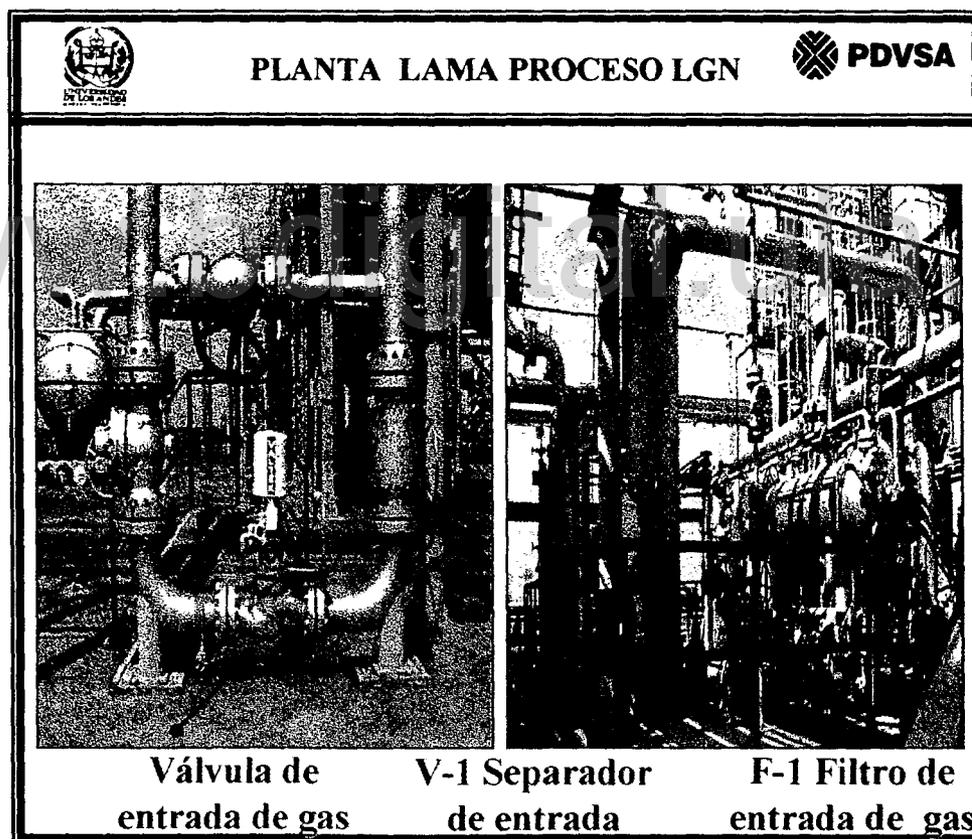


FIGURA N° 2.3 SEPARACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN DE ENTRADA.

2.3.2.- DESHIDRATACIÓN DEL GAS DE ALIMENTACIÓN

El secado del gas natural húmedo se logra con el uso de tres secadores de tamiz molecular; V-2 A / B / C, en paralelo. Las capas están dimensionadas para funcionar en ciclos de dieciséis horas, donde cada lecho seca el gas natural durante dieciséis horas y luego se regenera durante ocho horas.

El gas natural, que está saturado de vapor de agua, fluye por los lechos del tamiz molecular y se seca a un punto de rocío de -100°F . En cualquier momento dado, dos de los secadores están en servicio de secado mientras el tercero se está regenerando. Los tres secadores tienen válvulas de cambio controladas por el D.C.S., estas válvulas dirigen el flujo de gas natural a través del equipo en regeneración y luego se presurizan, según se requiere, por el lecho que está siendo regenerado.

La regeneración de un lecho saturado se realiza uno a la vez después de dieciséis horas de servicio continuo y tiene lugar en cuatro etapas. Primer paso; el recipiente se despresuriza lentamente durante 30 minutos. Segundo; el secado se calienta durante unas (4,1) horas durante este tiempo el agua se extrae de la capa. Tercero; el secado se enfría durante (2,4) horas usando la misma corriente de gas residual a una temperatura de 120°F y por último, consiste en la presurización del recipiente durante aproximadamente 30 minutos a fin de hacer que el secado esté listo para empezar de nuevo su ciclo de secado.

El gas natural usado para la regeneración se obtiene aguas arriba del compresor; C-2, y uno de los calentadores del gas de regeneración de fuego directo; H-1 A ó H-1 B, incrementa la temperatura del gas durante la etapa de calentamiento.

El enfriador de gas de regeneración E-1, baja la temperatura del gas regenerado ya usado, condensándose el agua ya derivada de los tamices moleculares. El condensado de agua se separa del gas de regeneración en el V-3.

El compresor de gas de regeneración; C-1, aumenta la presión para hacer posible la circulación del gas de regeneración; sin embargo si el compresor de gas de regeneración no está en servicio, una válvula de control de flujo ubicada en la tubería de gas residual, hará que una porción del gas residual pase a través del circuito de regeneración.

Durante el ciclo de enfriamiento, el flujo de gas hacia los calentadores se desvía y solo una pequeña cantidad de gas es circulada a través de ellos para asegurar un flujo mínimo y prevenir el recalentamiento, en caso de que el quemador no este apagado.

Luego que el gas de alimentación ha sido secado, el mismo fluye a través de uno de los filtros de gas seco; F-2 A / B, a fin de remover el sucio del tamizado molecular. Estos filtros tienen cada uno, una capacidad de 100%, lo cual permite que una unidad este fuera de servicio para efectuar su limpieza, mientras la otra unidad de filtrado se encuentra en operación. El filtrado de gas seco es necesario para proteger el equipo aguas abajo contra problemas tales como: la obstrucción o contaminación de los intercambiadores de calor. (Ver Figura N° 2.4 y N° 2.7)

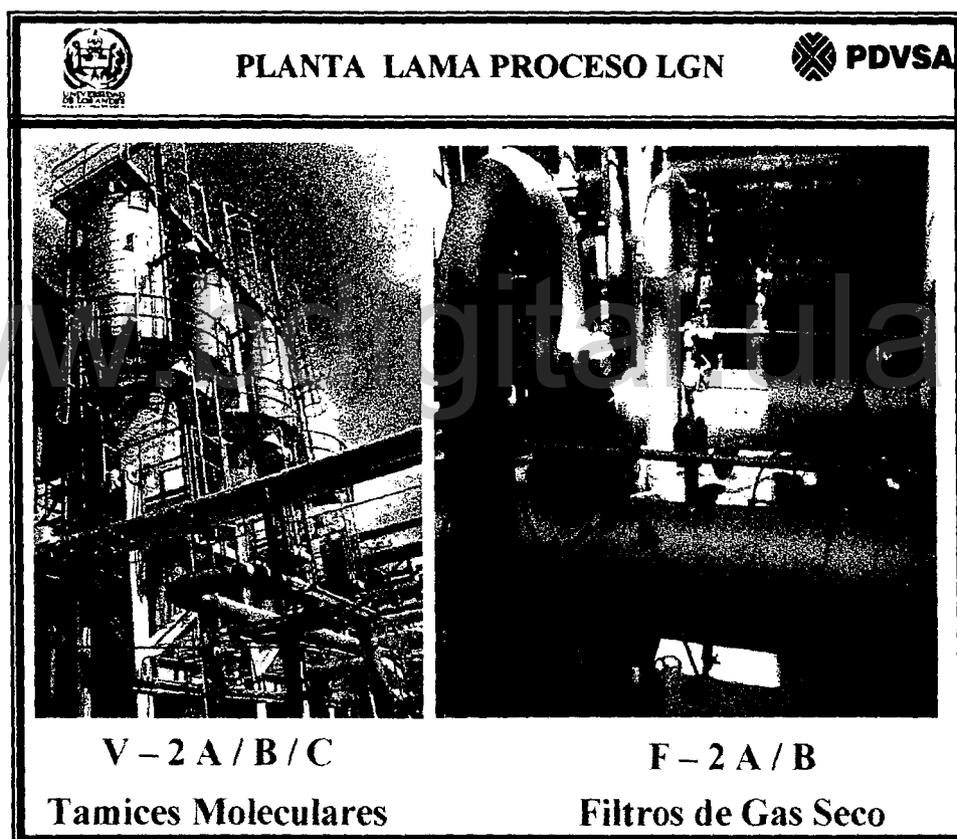


FIGURA N° 2.4 SECADO DEL GAS NATURAL HÚMEDO

2.3.3.- RECUPERACIÓN DE LGN

El gas de alimentación deshidratado fluye hacia la unidad turbo – expansor criogénica a 1740 psig y a 120°F. Primero; el gas fluye al intercambiador de gas de entrada; E-2 y

luego al separador de alta presión; V-4. Bajo condiciones normales de operación, el gas residual no pasará por el E-2. Cualquier líquido condensado será separado de la corriente de gas por el V-4. El flujo de líquido del V-4 será controlado mediante controladores de nivel y conducido al sistema de drenaje cerrado. (Ver Figura N° 2.5)

2.3.4.- EXPANSIÓN

El gas al salir del V-4, se expande hasta 970 psig en el compresor / expansor de alta presión C-3. El gas se enfría hasta 60°F y cerca del 8% del peso del gas se condensa mediante esta expansión.

Un controlador de rango dividido (Split-Range-Flow-Controllers), controla el expansor y también opera una válvula Joule – Thompson, la cual permite desviar el flujo del expansor si este no se encuentra en operación.

La corriente de alimentación luego se divide en dos partes para un enfriamiento adicional mediante el intercambio de calor con corrientes de procesos frías. Aproximadamente un 65% de la corriente de alimentación se enfría a menos -18°F, mediante intercambio de calor contra la corriente de gas residual del deetanizado en intercambiador gas / gas, E-3.

El balance de la corriente de gas de alimentación fluye a través del intercambiador de gas / líquido; E-4 y se enfría a (-18°F), por el intercambio de calor con la corriente fría proveniente del separador de baja presión; V-6.

Estas dos corrientes en mención como la fase de vapor y fase de líquido una vez de haber intercambiado temperatura en el E-4, la corriente líquida se dirige hacia el fondo de la torre deetanizadora T-1 y la corriente de gas se dirige hacia el separador de presión media V-5.

El vapor proveniente de este separador fluye al expansor / compresor de baja presión C-4, donde se expande a la presión del deetanizador la descarga del expansor alcanza una temperatura de -97°F y luego alimenta la parte superior del deetanizador. (ver Figuras N° 2.5 ; N° 2.6 y N° 2.8)

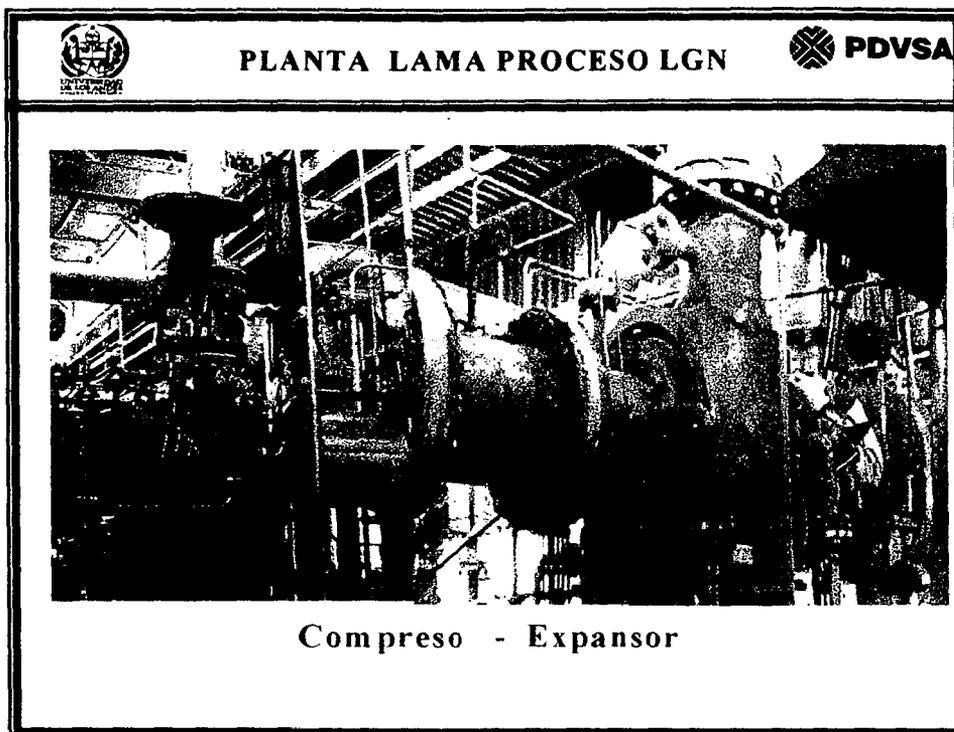


FIGURA N° 2.5 RECUPERACIÓN DE LGN Y EXPANSIÓN

2.3.5.- DEETANIZADOR.

Un controlador de presión de rango dividido mantiene la presión en el V-5, mediante el control tanto del expansor como de la válvula Joule-Tompson, que permite desviar el flujo del expansor.

El líquido de V-5, fluye por control de nivel al separador de baja presión; V-6 de donde sale aproximadamente a la misma presión del deetanizador. El nivel de V-6 se controla mediante la cantidad de vapor despedido y se envía al deetanizador como alimentación media. El líquido fluye a través del E-4 donde se calienta a 44°F y luego se introduce en deetanizador como alimentación inferior.

El deetanizador es una columna de fraccionamiento que contiene tres lechos. La descarga del C-4, que es una corriente de fases, es la alimentación superior del deetanizador. El rehervidor deetanizador, E-5, proporciona el calor de proceso necesario para generar el vapor que extrae el metano y el etano. El calor de vaporización lo suministra un sistema de aceite caliente. (ver Figura N° 2.6)

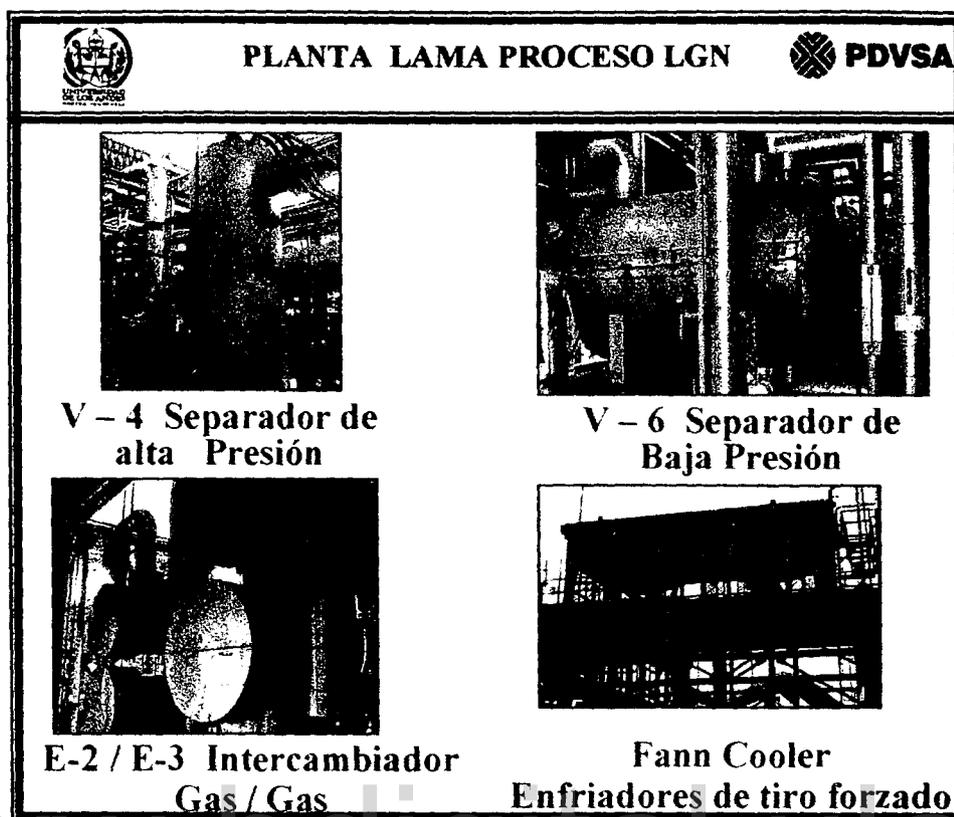


FIGURA N° 2.6 EQUIPOS DE DEETANIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE PRODUCTO

2.3.6.- PRODUCTO LGN

El producto LGN fluye del rehervidor E-5 mediante el control de nivel hacia el enfriador de LGN E-8, donde se enfría hasta -120°F . La estación de válvulas de control de nivel se encuentra aguas abajo del E-8, para minimizar las emisiones por vaporización súbita ó “flasching”. El producto luego se envía al tanque de almacenamiento de LGN; V-7. Este tanque tiene una capacidad de 15000 galones lo que equivale a cerca de 55 minutos de tiempo máximo de retención en el punto de diseño de la tasa de producción de líquido.

Este tanque de almacenamiento sirve para amortiguar las fluctuaciones en el proceso sin necesidad de hacer cambios en los mismos. El producto se bombea del tanque de almacenamiento a la tubería mediante las bombas P-1 A / B. Estas bombas están diseñadas al 100% de capacidad cada una, de tal manera que una de las bombas es de reserva. El flujo de líquido hacia estas bombas se controla mediante un controlador de flujo que se enciende por nivel en el tanque de almacenamiento. (Ver figura N° 2.7)

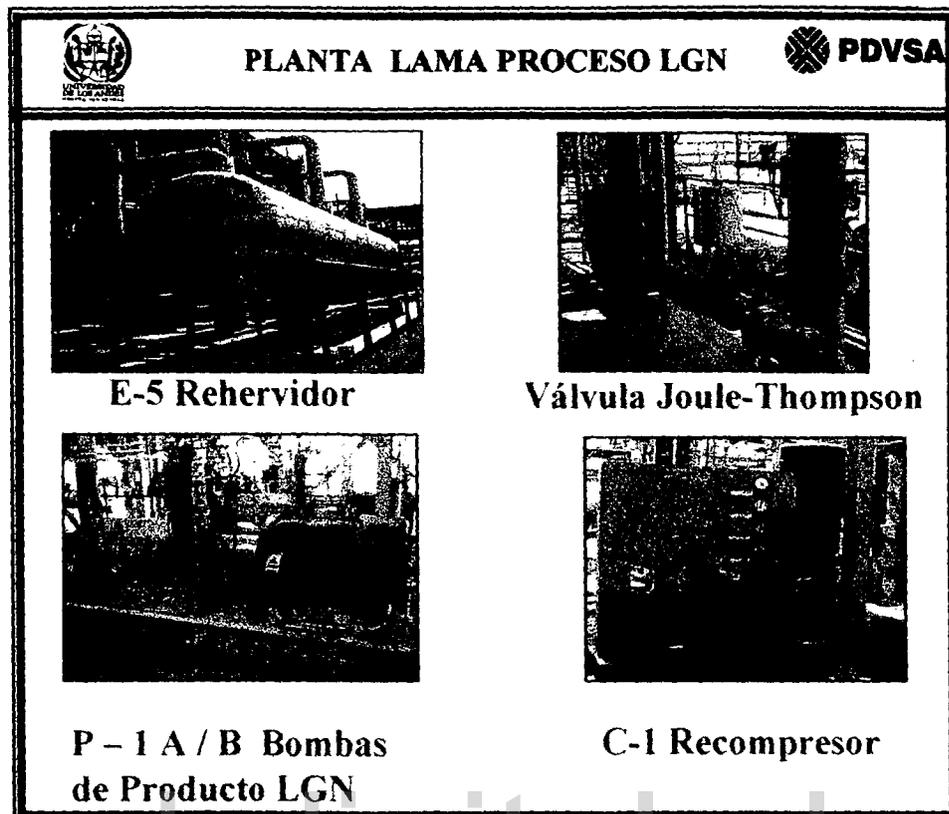


FIGURA N° 2.7 EQUIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE LÍQUIDOS Y TRANSFERENCIA LGN

2.3.7.- SISTEMA DE EMERGENCIA Y SEGURIDAD

La planta incluye sistema de venteo y de agua contra incendios. El sistema de venteo está comprendido por un cabezal de baja presión y uno de alta presión conectados a las válvulas de alivio y a las de presurización. Estos cabezales de venteo se unen a un sistema existente de venteo remotos del Complejo Lama. Ambos descargan al tanque Knock-Out de venteo, V-110 donde los líquidos se separan y se bombean al tanque de drenaje cerrado; V-9, los gases salen a la chimenea existente.

El sistema de agua contra incendios también se interconecta con el resto de las plantas del Complejo. Este sistema está estructurado por ocho bombas principales con sus respectivas bombas jockey.

De estas bombas cuatro están accionadas por motores eléctricos y cuatro están acopladas a motores diesel, cabe destacar que la activación de estas bombas se origina por medio de alarmas conectadas a los sensores por detección por fuego y / o detectores

de gas o bien por una caída de presión en el sistema de agua contra incendio. Esta Planta posee un circuito de agua contra incendio de un diámetro de 14 pulgadas con válvulas de diluvio cercanas y ubicadas en sitios estratégicos para obtener el mejor tiempo de respuesta en su activación.

2.3.8.- SISTEMA DE ACEITE CALIENTE

Este sistema se usa para proporcionar calor al rehervidor del deetanizador. Este sistema está constituido por un calentador (H-2), un tanque de expansión (V-8), dos bombas (P-2A/B), bajos las condiciones de diseño circularan a través de las bombas de aceite caliente un flujo de 446 gpm de líquido a una presión diferencial de 55 psi.

Estos 446 gpm fluirán a través del calentador de aceite donde la temperatura del mismo aumentará de 225°F a 350°F, luego de fluir a través del rehervidor del deetanizador, el aceite caliente fluye hacia el tanque de expansión.

Este tanque permite la expansión y contracción del aceite caliente que también sirve como tanque de almacenamiento para el sistema cuando el mismo deba ser drenado. Una atmósfera de gas combustible se coloca en el tanque de expansión para minimizar la vaporización y degradación del aceite, a esto se le llama gas de manto. (Ver Figura N° 2.8)

2.3.9.- SISTEMA DE DRENAJE CERRADO

Para la descarga de líquido en los equipos de proceso, se dispone de un sistema de drenaje cerrado. Este sistema está compuesto por un cabezal de drenaje cerrado, un tanque de drenaje cerrado (V-9) y dos bombas de drenaje cerrado (P-3 A / B). (Ver Figura N° 2.8)

El tanque de drenaje cerrado separa el líquido y el vapor despedido y envía el vapor al sistema de venteo. El líquido recogido se bombea a la estación de flujo ubicada fuera de los límites de la instalación.

2.3.10.- SISTEMA DE DRENAJE ABIERTO

Un sistema de drenaje abierto se encarga de recoger el agua utilizada y de desecho del área de proceso. El sistema consiste en una bomba de drenaje abierto, (P-4 A / B). El agua recogida será llevada a un separador desde el cual los hidrocarburos separados se bombean al tanque de drenaje cerrado, (V-9).

2.3.11.- SISTEMA DE AIRE EN PLANTA

Se dispone de un sistema de aire comprimido para proporcionar aire de instrumento y aire a la planta para fines operativos y de mantenimiento. El sistema esta compuesto por dos (2) paquetes o skid, clasificado de la forma siguiente:

- un paquete de aire de instrumento (PK-2) y
- otro de aire de servicio (PK-3).

1.3.12.- SISTEMA DE GAS DE SELLO

El sistema de gas de sello suministra gas de sello tanto al expansor – compresor de baja presión C-4, como el expansor – compresor de alta presión C-3. El gas de entrada a alta presión debe estar condicionado por el Knock – Out de los hidrocarburos de mayor peso molecular que puedan diluir el aceite de lubricación de las maquinas.

Por consiguiente, la presión del gas de entrada disminuye desde 1750 psig a 1010 psig, una porción disminuye hasta 460 psig y se utiliza para el expansor de baja presión, C-4, luego del Knock-Out de los líquidos generados en la expansión y calentamiento en el calentador eléctrico gas de sello E-12.

La otra porción se enfría mediante el intercambio, con una corriente de la parte superior del deetanizador a -69°F hasta 0°F. Los líquidos condensados se separan y el gas resultante con un peso molecular inferior, se calienta en otro calentador eléctrico antes de ser usado como gas de sello.

1.3.13.- SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE

El sistema de gas combustible cubre los requerimientos de la planta en cuanto a combustible, gas de arranque y atmósfera de gas “Blanketing Gas”.

Este sistema consiste en un tambor Knock-Out de gas combustible V-12, que separa los hidrocarburos condensados del gas combustible. El calentador eléctrico de gas combustible; E-9, calienta el gas por encima de su punto de rocío durante el inicio de un arranque.



PLANTA LAMA PROCESO LGN



V-8 Sistema Aceite Caliente P-3 A / B Sistema Drenaje



C-2 Turbo Compresor T-1 Torre deetanizadora

FIGURA N° 2.8 EQUIPOS PRINCIPALES DEL PROCESO LGN

CAPITULO 3
MARCO TEORÍCO

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN⁽³⁾

No fue sino hasta la década de los años 60 cuando en Europa, específicamente en Italia, surge el término de Mapa de Riesgos como una manera de identificar en el sitio de trabajo a los agentes que pudieran ocasionar potenciales riesgos a la salud de los trabajadores, apoyados en la iniciativa de los mismos empleados y por ser ellos los más interesados en preservar su integridad física y la salud.

En Venezuela la técnica y la metodología para la elaboración de los Mapa de Riesgos eran desconocida por un gran sector de la industria y a nivel empresarial. Es importante mencionar que fue en esta década que ingresa al país este modelo de información geográfica; ya que los estudios que eran efectuados con anterioridad se limitaban únicamente a las mediciones puntuales de un riesgo específico. Por otra parte se presentaban casos, que por iniciativa propia del custodio de las instalaciones se solicitaban estas mediciones de riesgos cuando ya era materializado el daño irreversible en la salud del trabajador.

En este sentido la seguridad industrial tradicional se encontraba en desventaja y debido a muchas circunstancias le era imposible a la Industria Petrolera y Petroquímica poder predecir en forma probabilística las ocurrencias de los efectos que influenciaban los agentes de riesgos al trabajador y menos aun, de poder predecir los costos que ello podía arrojar con sus resultados creíbles y de impacto por las pérdidas derivadas en los diferentes escenarios indeseados en términos de la producción y poniendo en juego las vidas humanas y la procreación de enfermedades profesionales sin control alguno.

Por lo tanto la aplicación de los llamados Mapa de Riesgos resulta una herramienta útil pues ofrece una serie de recursos que son importantes al momento de efectuar los análisis de riesgos, la elaboración de procedimientos operacionales, los análisis de trabajo seguro, el comportamiento del trabajador al momento de efectuar una actividad en áreas de riesgos, aunado a esto el cumplimiento de las ordenanzas de la Ley Orgánica de Prevención,

Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) ⁽¹⁷⁾ y la Ley Orgánica del Trabajo ⁽¹⁸⁾. Esta herramienta está siendo tomada en cuenta por la Industria Petrolera y Petroquímica Nacional, con la tecnología de vanguardia y las experiencias obtenidas con otros proyectos en la Elaboración de Mapa de Riesgos como en la Planta de Alquilación de la Refinería de Amuay, Planta Compresora de Tía Juana-1, Martillo C-5, Planta P-GLP de ULE, Planta Tía Juana- 4, Planta Eléctrica Punta Gorda y Talleres Centrales en Occidente etc, la Industria pretende darle mayor importancia a esta metodología.

Esta herramienta permite visualizar fácilmente los riesgos, su ubicación y la fuente generadora de los mismos, lo que le facilitaría al operador y mantenedor la obtención del mejor asesoramiento en las áreas específicas, la mejor prevención ante los riesgos presentes o evento posible.

A continuación se describen algunos enfoques conceptuales de trabajos similares en la Elaboración de Mapa de Riesgos en Instalaciones de la Industria Petrolera y Petroquímica Nacional como son:

Según los autores Ing. EFRAIN A. GARRILLO y la Ing. MARELIS M. RUIZ, en su tesis de Post Grado Titulado (Construcción de Mapa de Riesgos para la Planta P-GLP de Lagoven, Octubre año 1995) plantearon lo siguiente. “ La construcción de los mapas de riesgos permiten identificar los puntos o zonas donde se generen condiciones que puedan afectar la salud de los trabajadores, visualizándolos en el ámbito geográfico de la planta. Además, permite la participación del trabajador, incorporándolo a la defensa de su salud y facilitándole la obtención de asesoramiento en las áreas específicas que le interesan; otros de los beneficios del mapa es que permite el fácil seguimiento y control mediante programas de actualización y prevención que minimicen los riesgos potenciales detectados” ⁽¹⁰⁾.

En otros estudios desarrollados por los autores Ing. MARIA E. CHAVEZ P y el Ing. ALFREDO LOSCHI M. Con el trabajo Titulado (Mapa de Riesgo de la Planta Compresora Tia Juana-1 PCTJ-1. Octubre año 1995). Estos autores describieron lo siguiente “ La complejidad de las operaciones de la Industria Petrolera, así como la gran variedad de productos químicos y elementos físicos que se manejan, los cuales varían desde dañinos,

tóxicos, inflamables y explosivos, han obligado a efectuar una cuidadosa clasificación de las áreas, de acuerdo a los riesgos presentes en las mismas. Los peligros ocupacionales para la salud pueden significar condiciones que provocan enfermedades o cualquier condición de trabajo que perjudique el bienestar físico. Estos factores o estrés ambientales que pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, malestar o ineficiencia significativo de los trabajadores, pueden clasificarse como físico, químicos, biológicos o ergonómicos”.⁽³⁾

3.2.- MAPA DE RIESGOS

Los Mapas de Riesgos son una herramienta básica y sencilla que permite efectuar las labores de identificación, ubicación, evaluación, análisis con la finalidad de tomar medidas para lograr minimizar y / o controlar los riesgos en las instalaciones donde se aplique el uso de dicha herramienta.

También se le suma a este mecanismo la fortaleza de mantener informado a los trabajadores de los agentes que son influenciados por los riesgos presentes en los procesos productivos y operacionales que dan origen a enfermedades ocupacionales y profesionales durante el tiempo que cubre la jornada laboral de los trabajadores.

Cabe destacar que se estará cumpliendo con la normativa legal vigente en Venezuela y se cubrirá paralelamente con las Políticas Ambientales de Higiene y Seguridad de la Industria Petrolera y Petroquímica Nacional. Este Mapa de Riesgos son utilizados en el ámbito del ambiente, Higiene y Seguridad en la Industrial, con la finalidad de cubrir los siguientes aspectos de mayor importancia como lo son:

1. Identificar los factores de riesgo presentes en el ámbito de trabajo.
2. Evaluar los factores de riesgo presentes en el ámbito de trabajo.
3. Controlar los riesgos a través de seguimiento periódico de los riesgos mediante la implantación de sistemas de vigilancia, a fin de cumplir con lo establecido por la Ley Orgánica Penal, Control y Medio Ambiente del Trabajo (LOPCYMAT).

Se han elaborado diferentes tipos de mapas en ellos:

- Mapa de Riesgos Convencional.

Mapa de Riesgos Virtual.

3.2.1.- MAPA DE RIESGOS CONVENCIONAL. Se elabora impreso sobre papel 46,5 cm x 71 cm, señalando:

- Las áreas y equipos de la Planta Lama Proceso LGN (Planta inferior, superior).
- Delimitaciones de secciones y equipos asociados a riesgos ocupacionales a través de iconos o símbolos de señalización de acuerdo el riesgo identificado.

3.2.2.- MAPA DE RIESGOS VIRTUAL. El Mapa de Riesgos virtual constituye en realidad una versátil aplicación que comprende una serie de aspectos pertenecientes a un Mapa de Riesgos tales como:

1. Mapa de Riesgos Pert - CET (Imagen o diagrama digitalizado o bien escaneada en planos de planta inferior).
2. Evaluación de factores de riesgo (niveles).
3. Morbilidad de los trabajadores.
4. Instrumentos de medición.
5. Normativa
6. Tips de seguridad
7. Uso de computadora o red (PC)

Este nuevo y avanzado enfoque del Mapa de Riesgos es único en su forma y permite al trabajador interactuar fácil y rápidamente con un computador. Debido a limitaciones de tiempo, sólo se realizará evaluación a la Planta Lama Proceso LGN perteneciente al Complejo Lama durante sus actividades normales de operación en el bloque IX del Lago de Maracaibo y se evaluarán los riesgos siguientes:

- Ruido.
- Vibración.
- Iluminación.
- Estrés Calórico.
- Radiaciones No Ionizantes (Campo Electromagnético, Monitores de Vídeo Terminales, Transformadores y Líneas de Electricidad).
- Productos Químicos y Sustancias Tóxicas.

Para cada uno de los riesgos a evaluar se consideraran los siguientes elementos:

- Cantidad, Tiempo y Nivel
- Condiciones atmosféricas.
- Controles y Normas establecidas.
- Límites de exposición según el nivel de medición.
- Area de afectación de acuerdo al riesgo presente y demarcación.

A continuación se describen los riesgos identificados en la instalación, sus características y normativas que serán considerados para elaborar el Mapa de Riesgos.

3.3.- RUIDO. ⁽⁴⁾

El ruido en general se define como un sonido no deseado y molesto. La existencia de ruido en el ambiente de trabajo puede suponer riesgos de pérdida de audición, los niveles excesivos de ruido lesionan ciertas terminaciones nerviosas del oído. Las fibras nerviosas encargadas de transmitir al cerebro ruidos de frecuencia 4000 Hz, son las primeras en lesionarse, continuando progresivamente el resto. El individuo es conciente de esta pérdida irreparable cuando son afectadas las frecuencias conversacionales, lo que perjudica las relaciones con los demás.

3.3.1.- CONCEPTOS GENERALES ⁽⁴⁾

Sonido: Es una sensación auditiva producida por una onda sonora, debido a la variación rápida de la presión.

Ruido: Es un sonido no deseado que por sus características es susceptible de producir daños a la salud y al bienestar humano.

Presión Sonora: Es la diferencia entre la presión atmosférica y la presión real, pues durante la compresión resulta que la onda sonora se expresa en micropascal.

Decibel: Es una unidad adimensional que se expresa como el logaritmo del cociente de la presión sonora entre la presión de referencia. Para mediciones de ruido en aire, la presión referencia es de 20 micropascal.

Nivel de Ruido: Es la medida relativa entre ruido determinado y el nivel de referencia de 20 micropascal, que es el mínimo audible por el ser humano.

Ruido Continuo: Es aquel cuyo intervalo de tiempo entre 2 niveles máximos tiene duración menor o igual a 0,5 s.

Ruido Continuo Constante: Es aquel cuyo niveles se detecta en forma continua durante todo el período de medición y las diferencia entre los valores máximos y mínimos no excedan a 6 dB.

Ruido Continuo Fluctuante: Es aquel cuyo nivel se detecta en forma continua durante todo el periodo de medición, pero presenta diferencias mayores de 6 dB entre los valores máximos y mínimos alcanzados.

Ruido Intermitente: Es aquel que durante un segundo o más presenta características estables fluctuantes, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 s.

3.3.2.- EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO⁽⁴⁾

Los efectos producidos por exposición a ruido en el hombre van a depender de las características cualitativas y cuantitativas del sonido; tales como su espectro de frecuencia, nivel de presión sonora, periodicidad, duración, distribución a lo largo del día.

Existe otro factor, no fácilmente determinable, que influye en los daños por la exposición al ruido, es la susceptibilidad individual. La exposición a ruido tiene efectos en el hombre que se han clasificado en dos grandes grupos:

a) Efectos - Auditivos.

b) Efectos Extra-Auditivos.

a) Efectos Auditivos: El primer efecto será la interferencia en la comunicación oral o en cualquier sistema de señales audibles. El segundo de los efectos consiste en una lesión anatómica y funcional del oído, tales como el trauma acústico agudo y trauma acústico crónico.

b) **Efectos Extra-Auditivos:** Los principales efectos extra-auditivos se han dividido en tres grupos los cuales son:

b.1) **Manifestaciones Neurovegetativas;** Entre las más importantes tenemos modificaciones de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, estimulación de la glándula endocrina, aumento del peristaltismo intestinal y dilatación pupilar.

b.2) **Fatiga Física y Mental;** Dificultad de la concentración.

b.3) **Alteraciones de la Conducta y la Personalidad.**

3.3.3.- FUENTES DE GENERACION DE RUIDO EN LA IPPN⁽⁴⁾

Existen diversas fuentes de generación de ruido en la Industria Petrolera y Petroquímica. Dichas fuentes de ruido se describirán con sus respectivos niveles de ruido típicos en relación tiempo de exposición de los trabajadores. En la Tabla N°1, se mostrarán los aspectos como: el nombre del equipo, niveles de ruido máximo aceptable (dB) la ubicación de los puntos de medidas.

www.bdigital.ula.ve

TABLA N° 1 FUENTES DE GENERACIÓN DE RUIDO EN LA IPPN ⁽⁴⁾

EQUIPO	NIVELES DE RUIDO (dB) MÁXIMO ACEPTABLES	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> • VENTEO ATMOSFÉRICO. 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Continuo 	95	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intermitente 	100	A dos (2) m, de la abertura.
<ul style="list-style-type: none"> • VENTILADORES 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Correas 	95	A 1.5 m, de la entrada o descarga.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Engranaje 		
<ul style="list-style-type: none"> • CALENTADORES. 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Horizontales 	95	Aun (1) m, de la pared del calentador o en la mitad de las dos paredes opuestas.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verticales 	100	Más allá del calentador, entre el suelo y la base del calentador en el centro geométrico.
<ul style="list-style-type: none"> • COMPRESORES SUCCIÓN 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubería 	95	A un (1) m, de la tubería de entrada y descarga.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrada (Maquinas de aires solo) 	95	A un (1) m, de la entrada a la atmósfera.

TABLA N° 1

(Continuación)

EQUIPO	NIVELES DE RUIDO (dB) MÁXIMO ACEPTABLES	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDIDAS
• VALV. DE CONTROL	90	A un (1) m, flujo debajo de la válvula y un (1) m, fuera del tubo.
• MOTORES ELÉCTRICOS	85	A un (1) m, de la carcasa del motor en 4 puntos.
• VENTILADORES HELICOIDALES	95	A (1,5) m, debajo de la línea central del ventilador.
• TURBINAS DE GAS ✓ ENTRADA	95	A un (1) m, de la entrada.
• DESCARGA	95	A un (1) m, de la descarga.
• REDUCTORES ✓ En granaje	95	A un (1) m, de la descarga atmosférica.
• EYECTORES VENTURI. ✓ Venteo a la atmósfera	95	A un (1) m, de la carcasa del motor, en 4 puntos

3.3.4.- EVALUACION DE RUIDO

Existen una serie de aspectos que deben ser cubiertas previo al desarrollo de cualquier programa de evaluación tales como:

- Definir objetivos de la evaluación.
- Variables a ser cuantificables.
- Seleccionar las estrategias y procedimientos de muestreo.

La evaluación de ruido se efectuarán en la instalación, acordando con el personal que labora en forma continua y que se encuentre expuesta a este riesgo, donde se consideraran los siguientes aspectos:

- Todos los puntos necesarios que cumplan con resultados confiables en la medición.
- En las zonas donde se tiene dificultad para comunicarse hablando con un lenguaje de intensidad normal.
- En las áreas cuyas audiometrías hayan resultados anormales.
- En lugares de donde provienen los trabajadores, que posteriormente de su jornada laboral se quejan de tener problemas de entender el idioma hablado o de molestias como ruido, zumbidos o silbidos internos. Según nuestra legislación vigente (NVC-1565-88). La misma dice que cuando las exposiciones a ruido igualen o excedan el nivel limite de 85 dB, los estudios de ruido deben ser repetidos mínimo cada dos años o antes de los sesenta días de haber efectuado cambio de equipos o procedimientos que hayan hecho variar las condiciones prevalecientes durante su ultima evaluación ⁽⁴⁾.

3.3.5.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE RUIDO ⁽⁴⁾

Los medidores de nivel de sonido deben cumplir con lo establecido en las Normas COVENIN 1432-82 “Medidores de Nivel de Sonido” ⁽⁵⁾. Estos equipos son el Sonómetro y el Dosímetro. Para este proyecto utilizaremos el Sonómetro para medir los niveles de ruido presente en el proceso de esta instalación.

Sonómetro: Este constituye el instrumento básico para evaluar el nivel de presión sonora y consta de grandes rasgos de dos partes generales que son:

1. Un micrófono que capta la vibración mecánica que transmite el medio elástico y la convierte en señal eléctrica de corriente alterna de bajo voltaje.

2. Un circuito de medición que proporciona la lectura del nivel de presión sonora. Los sonómetros suelen contar con redes de ponderación y hacen que la sensibilidad del instrumento varíe con relación a frecuencias e intensidad específicas, en formas similares a como lo hace el oído humano.

Estas redes son identificadas en el instrumento mediante un botón de operación con las letras "A", "B", "C" y a veces con la letra "D". Para los efectos de esta evaluación y el control del ruido industrial es utilizada la escala "A", por ser la más semejante al oído humano normal. Es relevante mencionar que los errores de precisión de los diferentes sonómetros pueden reducirse considerablemente mediante una calibración cuidadosa. (Ver en Figura N° 3.1).



**FIGURA N° 3.1 EQUIPO DE MEDICIÓN DE RUIDO
MEDIDOR DE RUIDO. SONÓMETRO MODELO 2900**

3.3.6.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN AL RUIDO ⁽⁴⁾

Otras de las acciones técnicas tienen como objetivo la disminución de la intensidad de vibración que se transmite al cuerpo humano, bien sea disminuyendo la vibración en su origen, evitando su transmisión hasta el cuerpo o utilizando equipos de protección personal

Exposición al Ruido Ocupacional: Los límites de exposición a ruido ocupacional, no protege por igual a todos los trabajadores, de los efectos adversos de exposición. Se considera que dichos límites protegen a la mediana de la población, contra una pérdida de audición inducida por el ruido a las frecuencias de 500hertz (Hz), 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz y 4000 Hz, después de cuarenta años de exposición ocupacional. (ver Tabla N° 2) ⁽⁴⁾

- Los límites indicados en la Tabla N° 2, deben ser usados como guías en el control de la exposición de ruido y debido a la susceptibilidad individual, no deben ser considerados como límites precisos entre niveles seguros y peligrosos.
- No se permitirá exposición a ruido continuo mayores o iguales a 85 dB, sin la debida protección auditiva. Los protectores auditivos deberán cumplir con lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 871 ⁽¹⁶⁾

Ruido Continuo o Intermitente: Los niveles de presión sonora deben ser determinados mediante sónometros o dosímetros, que cumplan con los requerimientos mínimos establecidos en la Norma Venezolana Covenin 1432. ⁽⁵⁾

- El equipo de medición debe ser colocado para ser usado en la escala A, respuesta lenta siguiendo los pasos establecido en la metodología de evaluación.
- La duración de la exposición no debe exceder a las indicadas en la Tabla N°2. Dichos valores son aplicables para la exposición total del día de trabajo, tanto para una exposición continua como para varias exposiciones de corta duración.
- Cuando la exposición diaria se componga de dos o más periodos de exposición a ruido de diferentes niveles, debe considerarse su efecto combinado y no sus efectos individuales, mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$(C1/ T1 + C2 / T2 + Cn / Tn) \leq 1 \quad \text{(ecuac. 1)}$$

Donde, C1 hasta Cn indica la duración total de la exposición a un nivel de ruido específico y T1 a Tn indica la duración de la exposición permitida a ese nivel, según la Tabla N° 2. En esta tabla se muestran los Límites Umbrales de Exposición para Ruido donde se dejan claro tres referencias importantes como son:

1.- No deben haber exposición a ruido continuo, intermitente y de impacto por encima del pico de 140 dB en la escala "C".

2.- Los niveles de ruido en decibeles serán medidos con Sonómetros que cumplan con las especificaciones de la Norma Venezolana Covenin 1432.

3.- Limitaciones por la fuente de ruido no por control administrativo. Es recomendable que para sonidos por encima de 120 dB, se use un dosímetro o un sonómetro integrado. ⁽⁴⁾

- Todas las exposiciones a ruido por encima de 80 dBA deben calcularse en base a la ecuación $(C1/ T1 + C2 / T2 + Cn / Tn) \leq 1$, usando un sonómetro que mantenga la respuesta del sonido por lo menos tres segundos. Para sonidos que no cumplan esta condición, deben usarse un dosímetro o un sonómetro integrador.

- El límite se excede cuando la dosis es más de un 100% tal como se indicaría en un dosímetro, colocado a una tasa de intercambio de 3 dB y a un criterio de 85 dBA para ocho horas.

Ruido Impulsivo o de Impacto: Para medir el ruido Impulsivo o de Impacto, se debe usar sonómetros que cumplan con las especificaciones establecidas en la Norma Venezolana COVENIN 1432.

Los requerimientos son que tengan un rango de medición entre 80 dBA y 140 dBA y un rango de pulso al menos de 63 dB.

- Por otra parte no se permite exposiciones por encima de niveles de presión sonora picos de 140 dB, ponderados en escala "C" en oídos sin protección.

Los puestos de trabajo cuyo ($L_{Aeq,d}$) supere los 80 dBA deben además ser sometidos periódicamente a nuevas mediciones. Así mismo, deben llevarse a cabo audiometría a los trabajadores expuestos a esas condiciones. La audiometría consiste en someter al individuo a diferentes tipos de ruido (diferentes frecuencias) y analizar la percepción que tiene de ellos, para detectar posibles pérdidas auditivas.

La legislación actual no contempla situaciones de desconfort por ruido, ya que se orienta en principio a prevenir la hipoacusia. Para evitar situaciones de desconfort y prevenir otro tipo de efectos del ruido se recomienda no sobrepasar 65 dBA en trabajos que requieran un mínimo de concentración mental, no obstante el estudio de las frecuencias predominantes y del tipo de tarea que se va a realizar es necesario para conocer los niveles de ruido deseables y evitar molestias durante el trabajo.

3.3.6.7.- ASPECTO LEGAL ⁽⁴⁾.

La Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y Calidad en el país. Es importante mencionar que para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo establece que toda empresa debe garantizar a todos los trabajadores (permanentes y ocasionales), un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales.

La norma venezolana COVENIN 1565:1995 ⁽⁴⁾. Ruido Ocupacional, establece los siguientes niveles de exposición a ruido durante las jornadas de trabajo:

La exposición ocupacional a ruido continuo o intermitente no debe exceder los límites estipulados en la Tabla N° 2. Los casos en que se exceda el nivel preventivo de 85 dB de ruido continuo y / o los niveles máximos para ruidos establecidos en la Tabla N° 2 para jornadas de ocho horas, la empresa debe implantar un programa de conservación auditiva.

3.4.- VIBRACIÓN ⁽⁶⁾

Se dice que un cuerpo está en vibración cuando está animado de un movimiento oscilatorio alrededor de una posición de referencia. La norma COVENIN 2255-1991 ⁽⁶⁾, referida a la Vibración Ocupacional, la define como el movimiento de partículas en un medio elástico con respecto a una posición de equilibrio.

Cualquiera de las dos definiciones da a entender que es el movimiento relativo de un elemento respecto a una posición de reposo, el cual puede ser caracterizado por una amplitud del movimiento, o distancia recorrida por el elemento y por una frecuencia con número de veces que completen un ciclo completo de movimientos.

3.4.1.- CLASIFICACIÓN DE LA VIBRACIÓN

Esta se encuentra clasificada de acuerdo a la dirección de la vibración como Vibración Vertical y de acuerdo a su Transmisión en el Cuerpo en Vibración Transmitida al Cuerpo Entero y Vibración Segmentar.

3.4.1.1.- Conceptos Generales ⁽⁶⁾.

La vibración se clasifica por su dirección.

- a) **Vibración Vertical:** Es transmitida al hombre en el eje longitudinal (Az), refiriéndose a la posición sentado o parado y podría ir de los glúteos a la cabeza o de los pies a la cabeza.
 - b) **Vibración Transversal:** Es transmitida en el eje (Ax) denominada “anteroposterior” y que va desde el pecho a la espalda y viceversa, o en el eje (Ay) que es lateral de derecha a izquierda y viceversa, ambos perpendiculares al eje longitudinal.
- Según la forma de transmisión de la vibración puede clasificarse en:
 - a) **Vibración Transmitida al Cuerpo Entero:** Es aquella donde la masa total del cuerpo está sujeto a la vibración mecánica a través de una superficie soporte.
 - b) **Vibración Segmental:** Es la transmitida solo a una parte del cuerpo que está en contacto directo con el medio vibrante y el resto del cuerpo descansa sobre una superficie.

3.4.2.- EFECTOS DE LA VIBRACIÓN SOBRE EL ORGANISMO ⁽⁷⁾

A la hora de caracterizar una vibración desde la perspectiva de la Higiene Industrial, se encuentran variaciones de criterios entre los distintos autores en lo que respecta a las frecuencias a ser estudiadas, llegando incluso hasta el orden de los 500 hz. En gran número de ocupaciones la exposición a la vibración es extensa, causando trastornos específicos los cuales afectan el sistema nervioso, los órganos de los sentidos, el sistema cardiovascular, el sistema óseo – articular, efectos que pueden agruparse bajo el nombre de “Enfermedad por Vibración”. Las vibraciones causan varios cambios no especificados en los mecanismos reguladores neuro – hormonales, en los procesos metabólicos, en los procesos oxidativos y en la reproducción y se puede esperar también que se predispongan al deterioro del estado de salud y el desarrollo de otras enfermedades como arteriosclerosis, hipertensión arterial, enfermedad cardíaca coronaria y modificaciones óseo – artríticas.

Los efectos principales que producen las vibraciones en el hombre son de tipo mecánico, ya que la vibración genera en el cuerpo un desplazamiento relativo, dependiendo de la frecuencia y de la energía con que se produce, la vibración puede generar en casos extremos desgarramientos entre ligamentos y órganos debidos al diferente efecto del fenómeno sobre cada uno. En estudios realizados para medir el comportamiento del cuerpo humano ante una vibración controlada. De allí se derivaron las siguientes conclusiones como:

1. El cuerpo se comporta como rígido hasta la frecuencia de 3Hz.
2. En la cabeza, hombros y caderas aparecen resonancias entre los 3 y los 6 Hz.
3. La cabeza y los hombros son los más resonantes entre los 20 y 30 Hz.

Los trastornos que generan las vibraciones difieren según la forma como estas se producen la frecuencia, la parte del cuerpo a través de la que se transmite o la herramienta u objeto foco de generación. Tomando en cuenta solo la frecuencia de la vibración, algunos autores han clasificado sus efectos de la forma siguiente:

- **Frecuencia inferior a 2 Hz:** Las vibraciones a baja frecuencia producen molestias que se manifiestan en el sistema nervioso central y se deben a la estimulación coclear. Estos efectos pueden variar desde el simple mareo hasta provocar náuseas y vómitos.

- **Frecuencia entre 2 y 20 Hz:** Se observa respiración forzada con aumento del consumo de oxígeno, variación del ritmo cerebral, dificultades de equilibrio, trastornos visuales y variaciones en el comportamiento.
- **Frecuencia superior a 20 Hz:** en el caso de altas frecuencias suelen aparecer lesiones osteoarticulares y trastornos vasomotores (en las manos es conocido como el síndrome de Raynaud)

Se puede mencionar que las exposiciones a vibraciones en general producen en primer lugar lesiones del sistema nervioso de las extremidades inferiores. Otros efectos de posible presentación son polineuritis con angioespasmo, nistagmus, vértigo, convulsiones y astenia.

Es importante destacar que el mayor efecto que se observa en algunos órganos o sistemas del cuerpo humano cuando están expuestos a vibraciones de determinadas frecuencias y está relacionado con la frecuencia de resonancia de esos órganos, lo que potencia el efecto de la vibración. Los efectos más significativos que las vibraciones producen en el cuerpo humano son de tipo vascular, osteomuscular y neurológico. Las enfermedades osteomusculares y angineuróticas provocadas por vibración están incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la seguridad social.

3.4.3.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE VIBRACIÓN ⁽⁶⁾

La medición de la vibración puede realizarse con un instrumento de medición de lectura directa, con rango de medición desde 0,1 Hz, o con un instrumento de medición de lectura indirectas, es decir, no mide directamente la vibración sino un parámetro relacionado (ruido generalmente), mediante la adición de algunos accesorios.

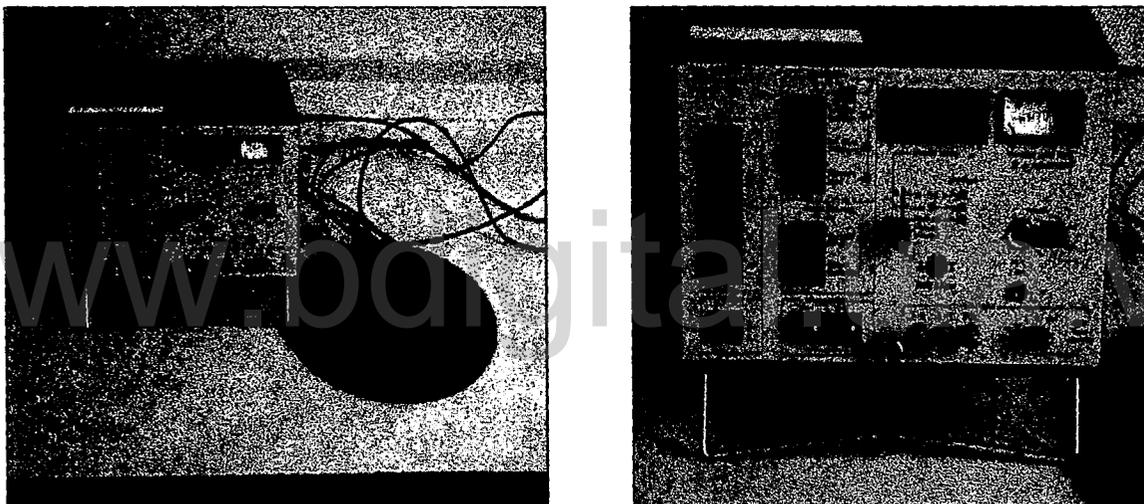
El equipo a utilizar es un medidor de respuesta humana ante vibración marca Brüel & Kjaer Modelo 2515 (Ver en foto N° 2), es un instrumento portátil, operado a baterías, fácilmente manejable, especificado para la evaluación de vibración mano – brazo y de cuerpo entero en función de la incomodidad o daño al cuerpo humano.

El instrumento está adaptado a criterios normativos internacionales y cubre tres categorías de medición las cuales son:

- Vibración de cuerpo completo a altas frecuencias.

- Vibración de extremidades superiores (mano – brazo) o segmental.
- Vibración de cuerpo completo a bajas frecuencias.

Las normas y recomendaciones definen los límites de frecuencia dependiendo de la amplitud de vibración, para varios períodos de exposición y para grados de incomodidad o peligro. Debido a que los límites son dependientes tanto de la frecuencia como del tiempo ambos factores necesitan ser incluidos en cualquier cálculo para obtener el grado de incomodidad o peligro. Este medidor está equipado con filtros apropiados y funciones de ponderación de tiempo para determinar el grado de severidad del movimiento mediante la realización de medidas puntuales. (Ver Figura N° 3.2)



**FIGURA N°3.3 EQUIPO DE MEDICION DE VIBRACION
MEDIDOR DE VIBRACION MARCA BRUEL & KJAER TIPO 2215**

3.4.4.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN A LA VIBRACIÓN

En Vibración: La medida de la vibración transmitida al cuerpo se lleva a cabo mediante vibrómetro cuyo diseño tiene la cuenta el punto de contacto entre el elemento vibrante y el cuerpo (empuñadura, asiento y / o piso). La valoración se suele hacer en base a lo dispuesto en las normas ISO y UNE que se citan en las que se diferencia entre la vibración entre la vibración mano – brazo y las globales.

Para prevenir los efectos de las vibraciones en el cuerpo humano se puede actuar mediante medidas de tipo administrativo y técnico. Las acciones de tipo administrativo tienen como objetivo común la disminución del tiempo diario de exposición de las vibraciones, dentro de este grupo se incluye acciones tales como la organización del trabajo, el establecimiento de pausas en el trabajo, la rotación de puestos o la modificación de las secuencias de montaje. Otras de las acciones técnicas tienen como objetivo la disminución de la intensidad de vibración que se transmite al cuerpo humano, bien sea disminuyendo la vibración en su origen, evitando su transmisión hasta el cuerpo o utilizando equipos de protección personal.

Los valores medidos son procesados y representados en una tabla en tres modalidades definidas de la forma siguiente ⁽⁷⁾:

1. Medida Pico: Un detector compara la señal de vibración fluctuante y almacena el nivel máximo que haya ocurrido durante el período de medición.
2. Exposición Equivalente: En este modo el instrumento calcula la dosis acumulada de vibración expresada como porcentaje de la dosis permitida de vibración para el tiempo medido. El cálculo se realiza de acuerdo con el método de cálculo descrito por la norma de vibración de cuerpo completo ISO 263. La señal de vibración filtrada es primero rectificadora por un detector logarítmico RMS el cual es activado cada segundo. El nivel RMS medido cada dos segundos ($t = 2$ s.), es comparado con la relación nivel de vibración vs tiempo de exposición permisible, especificado por el documento que define el criterio seleccionado de vibración humana, incorporada al programa del instrumento.
3. Nivel de Vibración Equivalente RMS (raíz cuadrada de los valores promedios instantáneos de las mediciones de aceleración elevadas al cuadrado): ó Leq en un período seleccionado de medición. Es una función logarítmica del nivel de vibración media promediada en el período completo de medición. Puede ser considerado como el nivel de vibración al cual se tendría la misma energía de vibración que la señal de vibración fluctuante actual en el mismo período de tiempo. La medición de vibración en cuerpo completo, en un corto período de tiempo, bajo esta modalidad puede ser utilizada para ingresar en curvas tiempo – nivel de vibración para determinar el máximo período de exposición, asumiendo que el tiempo de medición es representativo.

3.4.5.- ASPECTO LEGAL ⁽⁶⁾

La Norma Venezolana COVENIN por Vibración Ocupacional, fue aprobada con carácter provisional en el año de 1985. Desde su aprobación hasta la fecha dado que no se recibieron observaciones a la misma, la Comisión Venezolana de Normas Industriales en fecha 05 / 06 / 91, decidió aprobarla como definitiva.

La normativa COVENIN 2255-91 ⁽⁶⁾, no especifica un procedimiento estricto en lo que respecta a la medición de este parámetro en campo, aunque si indica que ésta debe limitarse a los sitios donde haya posibilidad de exposición ocupacional, es decir, pasillos, plataformas o áreas de permanencia de personal, y lo mas cercano posible al sitio donde la vibración es transmitida al cuerpo humano. Adicionalmente, menciona algunas recomendaciones referentes a la superficie donde se colocarán los detectores y su fijación a la misma, los valores numéricos para límites de exposición a vibraciones para el cuerpo entero, los equipos de evaluación de vibración y el programa de control para vibración

3.5.- ILUMINACIÓN ⁽⁸⁾

Un buen sistema de iluminación debe asegurar además de suficientes niveles de iluminación, el contraste adecuado entre los distintos aspectos visuales de la tarea, el control de los deslumbramientos, la reducción del riesgo de accidente y un cierto grado de confort visual en el que juega un papel muy importante la utilización de los colores. En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores como: la iluminación, el contraste, las sombras, el deslumbramiento, el ambiente cromático.

3.5.1.- CONCEPTOS GENERALES ⁽⁷⁾

La iluminación: Es la aplicación de luz a los objetos o a sus alrededores para que se puedan ver o causar el efecto de mantener la claridad necesaria para visualizar los objetos. Este factor ambiental tiene como principal finalidad facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad, lo cual contribuye a aumentar la cantidad y calidad del trabajo.

- La agudeza visual: Es una tarea determinada donde aumenta o disminuye de acuerdo al nivel de iluminación.

Es importante destacar que la iluminación se requiere en toda actividad en un nivel determinado mínimo exigido para el desarrollo de las mismas. Este valor depende de los siguientes factores: el tamaño de los detalles, la distancia entre el ojo y el objeto, el factor de reflexión del objeto, el contraste entre el objeto (detalle) y el fondo sobre el que se destaca, la rapidez del movimiento del objeto a la edad del observador. Cuanto mayor sea la dificultad para la percepción visual mayor debe ser el nivel medio de iluminación.

- **El contraste:** Es la diferencia del color en la iluminancia entre el objeto o los detalles del mismo y el fondo son lo que permite ver. Los trabajos que requieren gran agudeza visual precisan de un mayor grado de contraste.
- **Sombras:** Viene siendo el resultado de las diferencias de iluminación de los objetos, donde contribuyen a la mejor percepción del relieve de los mismos, aunque grandes diferencias de iluminación pueden crear zonas en sombras en las que se dificulta la capacidad visual.
- **Deslumbramiento:** Se presentan en los principales factores que intervienen en la iluminación de la zona como la iluminancia de la fuente de luz, la situación de la fuente de luz, el contraste entre la fuente de luz y sus alrededores y el tiempo de exposición. El deslumbramiento será mayor, cuanto sea la luminancia de la fuente, el contraste y el tiempo de exposición, cuando éstas estén en el ángulo visual.
- **El Ambiente Cromático:** Es el trato del color de la luz y los colores sólidos existentes que facilitan el reconocimiento de cuanto nos rodea. El uso de los colores pueden tener diversos fines como la informativa en la señalización; la clarificadora en la demarcación de diferentes zonas, por ejemplo las vías de circulación o de las zonas de almacenamiento; la creadora de ambientes cromáticos confortables, mediante la combinación de colores y sus propiedades psicofísica. También se utiliza como ayuda y de complemento de la iluminación, como por ejemplo al resaltar el contraste los elementos móviles de las máquinas.

En otro aspecto la visión es un fenómeno que depende de una gran cantidad de factores, los cuales suelen dividirse en fisiológicos y psicológicos. Es por ello que en relación con la iluminación industrial los factores fisiológicos de la visión son los más importantes y los mismos varía significativamente con la edad. Estos factores se pueden clasificar en:

- **Acomodación Visual:** Es la capacidad que tiene el ojo para enfocar los objetos arrojando diferentes distancias (visión de cerca y de lejos).

- **Adaptación Visual:** Es el proceso por el cual el ojo se adapta a los distintos niveles de luminosidad la adaptación a la luz depende de múltiples factores tales como la luminosidad inicial, la magnitud del cambio de luminosidad, la adaptación de niveles de luz bajas en niveles elevados y viceversa.
- **Agudeza Visual:** Es la capacidad de percibir y discriminar visualmente los detalles más pequeños.

3.5.2.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ⁽⁸⁾

Los sistemas de iluminación industrial pueden clasificarse atendiendo a las fuentes de iluminación y a la función que desempeñan, estas a su vez se pueden dividir de la siguiente forma:

- Según las fuentes de iluminación.
 - a. Sistemas de iluminación natural.
 - b. Sistemas de iluminación artificial.
- Según su función.
 - a. Alumbrado general (interiores / exteriores)
 - b. Alumbrado semilocalizado.
 - c. Alumbrado localizado.
 - d. Alumbrados especiales.

3.5.2.1.-Según sus Fuentes de Iluminación ⁽⁷⁾

Sistemas de iluminación natural: Este tipo de iluminación presenta las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas.

- ✓ Proviene de una fuente casi inagotable y totalmente gratuita.
- ✓ Posee una calidad cromática óptima.
- ✓ Puede proveer niveles de iluminación muy elevados.
- ✓ En muchos casos supone un bajo costo de instalación y mantenimiento.
- ✓ Asegura una comunicación visual al exterior.

Desventajas .

- ✓ No es disponible en todo momento (día nublado, noche, edificaciones interiores/exteriores u otros factores).
- ✓ Produce variaciones de intensidad y orientación.
- ✓ Produce elevados contrastes en caso de penetración solar directa.

Sistemas de iluminación artificial: Se basa fundamentalmente en la generación controlada de luz, mediante el uso de lámparas. El tipo de lámpara y/o luminaria a instalar depende del tipo de recinto y tareas que se realicen.

3.5.2.2.-Según la Función

1. Alumbrado general: Es el alumbrado de una instalación que es independiente de la orientación y posición de los puestos de trabajo, en la que el tipo de luminarias, su posición y altura respecto al plano donde se labora, permiten obtener sobre el mismo, una iluminación uniforme. La iluminación media debe ser igual al nivel máximo necesario, lo que supone mayor cantidad de puntos de luz.

2. Alumbrado semilocalizado: Son luminarias que están situadas de forma tal que refuercen el nivel luminoso en los planos de trabajo, manteniendo un nivel de luminosidad suficiente en las zonas de circulación.

3. Alumbrado localizado: Se utiliza para reforzar el nivel de iluminación de los planos de trabajo en los casos en que el alumbrado general no proporciona los niveles adecuados.

4. Alumbrados especiales: Se recurre a este tipo de alumbrado cuando se necesita de la iluminación mínima indispensable para casos como la seguridad de la vida, el resguardo de la propiedad, rutas de evacuación o iluminación de emergencia debido a fallas en el funcionamiento eléctrico normal, entre otros casos.

3.5.3.- UNIDADES LUMINOTÉCNICAS ⁽⁸⁾

Para la evaluación de los sistemas de iluminación industrial es necesario definir las unidades de los factores más determinantes en la visión como son:

Flujo luminoso (Φ): Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa, este factor depende únicamente de las propiedades intrínsecas de la fuente, también se le denomina potencia luminosa, cuya unidad es la footcandle o lumen por unidad de superficie.

Intensidad luminosa (Y): Es el flujo emitido en un ángulo sólido en una dirección dada. Su unidad es la footcandle, la cual equivale a la sesentava parte (1/60) de la intensidad luminosa provocada por 1 cm² de un "cuerpo negro" a la temperatura de fusión del platino (2046°K).

La intensidad luminosa de una fuente se determina en laboratorio por medio de equipos especiales; sin embargo, con el uso de un luxómetro y multiplicando por el cuadrado de la distancia, se puede estimar la intensidad de una fuente en la dirección en que se realiza la medición.

Iluminancia (E): Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie, se define como el coeficiente del flujo luminoso recibido por un elemento de superficie que contiene el punto, dividido entre el área de dicho elemento. Su unidad es el Lux y se expresa mediante la fórmula:

$$E = d\theta / dA \quad (\text{ecuac. 2})$$

3.5.4.- EFECTOS DE UNA ILUMINACIÓN DEFICIENTE

El resultado del producto de una insuficiente iluminación se nota un incremento en la ocurrencia de accidentes por falta de visión en áreas con obstáculos y / o peligrosas, también existe una mayor tasa de errores sometidos al momento de realizar las tareas.

La persona manifiesta síntomas de fatiga, cansancio ocular, malestar y dolor de cabeza. Está demostrado que niveles inadecuados de iluminación disminuyen la capacidad visual durante exposiciones prolongadas en el trabajo, en consecuencia la productividad se ve afectada por diversos riesgos.

3.5.5.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS.

EL luxómetro o medidor de footcandle modelo 615-1200 ve marca Huygen, es un equipo portátil, práctico y fácil de manejar. Consiste en una cajita cuyas dimensiones son 17,5 cm de largo, 8,5 cm de ancho y 6 cm de espesor; la cual contiene una fotocélula receptora (difusor corrector de coseno) con respuesta espectral corregida de acuerdo con la curva de visión normalizada (Ver FIGURA N° 3.3



**FIGURA N° 3.3 EQUIPO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN
MEDIDOR DE ILUMINACIÓN . LUXOMETRO MODELO 615**

El difusor es movable en un ángulo de 90° para poder realizar mediciones en posiciones verticales, horizontales o intermedias de acuerdo con el punto de referencia visual. Posee además una escala con selector para dar una lectura de acuerdo al rango de iluminancia que debe medirse.

La operación del equipo es simplemente girar el botón de encendido de escala y situarse en el rango deseable, previa colocación del instrumento en la posición adecuada. El resultado de la lectura tomada en footcandles es convertido a unidades Lux multiplicando el valor por 10.764. Esta escala en mención son desde 1.2/ 12/ 120/ 1200/ pasando por 3 /30 /300. La precisión mínima a plena escala es de (+ / - 2%), en casos especiales se podrá utilizar un filtro para medición de iluminancias superiores a 1000 Lux y en cuyo caso la precisión mínima podrá ser de (+ / - 5%). (Ver Tabla N° 3).

- a) Rasantes (nivel en el cual esta ubicada la maquinaria)
- b) Piso
- c) Nivel de ojo
- d) En el plano vertical.

Por otra parte en las Normas COVENIN Venezolana 2249:1991⁽⁸⁾ se plantean condiciones y procedimientos para determinar y comparar la iluminación media general existente en el área o instalación en estudio. En la Tabla N° 3 se presentan los valores de iluminación y sus niveles de iluminación recomendados por la IPPN.

3.5.6.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN A LA ILUMINACIÓN⁽²⁰⁾

En Iluminación: Se tiene que considerar tres aspectos fundamentales en lo referido a sistemas de iluminación como son:

Iluminación.- Tener que adecuar el número, la distancia y la potencia de las fuentes luminosas a las exigencias visuales de la tarea. Considerar la edad del trabajador. Establecer programas de mantenimiento preventivo que contemplen: el cambio de lámparas fundidas o agotadas, la limpieza de las lámparas, la iluminación y las paredes y techos. Utilizar, perfectamente, sistemas de iluminación indirecta. En estos sistemas la luz es directa hacia el techo y la parte superior de las paredes, con lo que se consigue un mejor distribución de la luz.

- Deslumbramiento.- Cubrir las lámparas con paralúmenes o difusores que permitan regular la luz e impidan la visión directa del foco luminoso. Utilizar materiales, acabados superficiales y pinturas mates, es importante evitar que los puestos de trabajo en general y los que tienen especialmente PVD's (pantallas de visualización de datos) en particular, estén situados frentes o contra superficies con luminancias elevadas

- Contraste y color.- Se debe visualizar mejor el contraste disminuyendo los deslumbramientos por reflexión. Esto se puede conseguir si la luz llega lateralmente a la

- Zona de trabajo. El gusto por los colores cambia con la personalidad, la edad, el sexo, el clima y el grupo étnico, no obstante, existen algunos criterios generales que puedan ayudar a la hora de seleccionar los colores.

En los colores en su intervención son importantes crear determinados ambientes, por ejemplo, los colores fríos y claros en los techos son luminosos, los colores cálidos y claros en las paredes se perciben como acogedores. Es por ello que la intensidad de un color deberá ser inversamente proporcional a la parte que ocupa en el campo normal de visión, tanto en espacio como en tiempo.

www.bdigital.ula.ve

**TABLA N° 3 ILUMINACIÓN RECOMENDADA POR LA INDUSTRIA
PETROLERA Y PETROQUÍMICA ⁽⁸⁾**

AREA O ACTIVIDAD	ILUMINANCIA (Lux)	NIVEL DE MEDICION
AREAS DE PROCESO		
Turbinas	50	a, b, c, v
Plataformas operativas	50	b
Bombas, Válvulas, Múltiples	5	a
Intercambiador de calor	30	a
Torres de enfriamiento y áreas de equipos	20	a
Caminos y pasarelas	5	
Area de inspecciones y mediciones	10	a
Hornos	30	a
Hornos eléctricos	50	b
Caseta de compresores	200	b
PLANTA DE VAPOR Y AIRE COMPRIMIDO		
En Equipo Exterior	50	a
En Equipo Interior	200	b
ESCALERAS / ESCALERILLAS		
Uso poco frecuente	10	b
Uso frecuente	50	b
Piso de carga	200	a
Almacenamiento en cubiertas	100	
SALA DE CARGA, DESCARGA Y BOMBAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO		
Área de bombas	50	a
Área general de control	150	b
Tablero de control	200	v 1,10 m

TABLA N° 3

(Continuación).

Separadores	50	d
Instrumentos	50	v/c
SALA CONTROL INDIVIDUAL		
General	200	b
Consola / Escritorio	300	v 0,76 m
Tablero frontal	300	v 1,70 m
Tablero posterior	100	v 0,90 m
AREAS QUE NO SON DE PROCESO		
EDIFICACIONES		
Portal de acceso, inspección	150	b
Vestuario, Sanitarios	100	b
Comedor, Oficinas (terminales, salas de maquinas)	300	0,76 m
Guarda ropa y Duchas	100	b
Almacén de Piezas Pequeñas	200	0,76 m
Plantas pilotos de proceso	300	b
LABORATORIO		
Análisis Físicos, Cuantitativos y Cualitativos	500	0,9 m
Plantas pilotos de proceso	300	b
Campanas de extracción	300	0,9
SALA DE CONTROL CENTRAL		
General	500	a
Consola central	500	v 0,76 m
Tablero central de instrumentación	500	V 1,70 m
Tablero central parte posterior	100	V 0,90 m

3.5.7.- ASPECTO LEGAL ⁽⁸⁾

La norma venezolana COVENIN 2249-93 ⁽⁸⁾ presentada en la tabla N° 3, donde se indica los valores recomendados de Iluminancias para áreas o actividades en la Industria Petrolera y Petroquímica. Estos valores serán comparados con los de la instalación a estudio y así tomar medidas preventivas.

Estos valores relacionados con la instalación en estudio pueden observarse en la Tabla 3 que mostramos en este estudio.

3.6.- ESTRÉS CALÓRICO ⁽⁹⁾

El ser humano es un animal de sangre caliente y precisa que la temperatura interna del cuerpo se mantenga prácticamente constante ($37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Para ello se dispone de mecanismos reguladores de la temperatura eficaces e incluso en condiciones ambientales muy agresivos.

El estrés calórico es la suma de factores del ambiente y del trabajo físico que constituyen la carga calórica total impuesta a un organismo. Los factores ambientales son la temperatura del aire, el intercambio de calor radiante, el movimiento del aire y la presión de vapor de agua.

El trabajo físico contribuye al estrés calórico total de la tarea al producirse calor metabólico en forma proporcional a la intensidad del trabajo. La cantidad y tipo de vestimenta también influyen sobre el estrés calórico.

Mediante la actividad física el ser humano genera calor, esto es dependiendo de lo intenso que sea la actividad, la magnitud de este calor será mayor o menor.

Para evitar que la acumulación del calor producido por el cuerpo y / o ganado por el ambiente descompense la temperatura interna, existen procesos físicos y fisiológicos destinados a disipar al ambiente el exceso de calor.

Existen importantes mecanismos físicos y fisiológicos donde mencionaremos algunos:

3.6.1.- CONCEPTOS GENERALES ⁽⁷⁾

Mecanismos físicos:

- Radiación: Es el intercambio térmico que se produce entre dos objetos a diferentes temperaturas. La ganancia o pérdida de calor por radiación depende de la temperatura de los objetos.
- Conducción: Es el intercambio térmico que se produce entre dos objetos a en contacto. La ganancia o pérdida de calor por conducción depende de la temperatura de los objetos.
- Convección: Es el intercambio térmico que se produce entre la piel y el aire que lo rodea. La ganancia o pérdida de calor por convección depende de la temperatura y de la velocidad del aire.
- Evaporación: La evaporación del sudor es el único de los mecanismo que indica pérdida de calor, esta pérdida depende de la humedad y de la velocidad del aire.

a) Mecanismos Fisiológicos.

- Frente al Frío: La reducción del flujo sanguíneo superficial y el incremento de la actividad física.
- Frente al Calor: El aumento de sudoración y del flujo sanguíneo superficial y la disminución de la actividad física.

Las relaciones del ser humano con el ambiente térmico definen una escala de sensaciones que oscilan del calor al frío, pasando por una zona que se puede calificar como térmicamente confortable. Los efectos de las exposiciones a los ambientes calurosos más importantes son el golpe de calor, desmayos, deshidratación, etc. En cuanto a los efectos por exposición a los ambientes muy fríos destacan como más importantes la hipotermia y la congelación.

3.6.2.- EL CLIMA EN EL SITIO DE TRABAJO

El clima es la condición de la atmósfera que nos rodea y puede significar las condiciones en un área geográfica o las condiciones atmosféricas en un sitio de trabajo específico.

El clima en el sitio de trabajo (a menudo llamado “microclima”) es influenciado grandemente por el clima general.

En la época calurosa, es normal que el trabajador se sienta incomodo y que la eficiencia de su trabajo baje. Con la tecnología y altos estándares de hoy, algunas veces es posible controlar el clima en el sitio de trabajo. Una forma consiste en instalar sistemas de aire acondicionado; esto puede ser costoso y no se puede aplicar universalmente, pero lo que si esta claro, es la importancia de tener un adecuado intercambio de aire fresco en el sitio de trabajo.

3.6.3.- BALANCE DE CALOR DEL CUERPO

El trabajo fisico genera calor en el cuerpo humano. En función de mantener normal la temperatura del mismo, se debe evitar el exceso de calor, es decir, el balance de calor corporal se debe mantener.

El balance de calor corporal es simplemente un balance entre el calor ganado por el cuerpo y el calor que este cede. Existen tres fuentes principales de calor:

- Temperatura del aire, viento y humedad
- Radiación solar, de maquinarias y procesos
- Trabajo muscular.

En función de mantener el balance de calor corporal, estos factores deben ser limitados a un rango. Este rango varia de una persona a otra, con la época del año, la ropa, el estrés de trabajo y la cultura. Casi siempre, la zona de confort aceptada para la mayoría de las personas está entre 20 y 25 °C, con una humedad relativa entre 30% y 70%, siempre que el sitio de trabajo este iluminado adecuadamente y no exista calor radiante. A medida que el trabajo fisico aumenta, se requiere enfriar el aire para mantener el confort.

Debido a que los músculos generan calor durante el trabajo fisico pesado, el confort solo se mantiene por debajo de 20°C. Al aumentar la velocidad del viento, se crea un confort positivo cuando la temperatura del aire esta por encima del valor limite superior de la zona de confort. Una velocidad del aire de 0,1 a 0,3 m/s es típica de la zona de confort para trabajo liviano. Cuando el clima local no permite que el cuerpo libere el exceso de calor o retenga su temperatura normal, el trabajador experimenta disconfort. Es entonces cuando su habilidad para trabajar es reducida. En casos extremos el trabajador puede terminar completamente exhausto o sufrir alguna enfermedad ocupacional.

3.6.4.- EFECTOS DEL CALOR SOBRE EL ORGANISMO

- a) Fatiga por Calor: Desconcentración, distracción.
- b) Erupción por calor: Sudoración, no-evaporación del sudor, roce de la piel y ropa.
- c) Calambre por Calor: Trabajos físico en ambiente calurosos, perdida de sal debido a la sudoración, dolores agudos en músculos (abdomen, muslos etc.) (no administrar sal).
- d) Agotamiento por Calor: Dolor de cabeza, nauseas, vértigos, debilidad, sed y desvanecimiento. (Se puede administrar sal).
- e) Sincope por Calor: Aumento de la circulación, disminuye la sangre en órganos vitales, disminuye oxígeno en órganos sensibles (corazón, cerebro), perdida de la conciencia.

3.6.5.- EFECTOS DEL FRIO SOBRE EL ORGANISMO

- a) Enfriamiento de las extremidades.
- b) Temblores involuntarios.
- c) Temperaturas $> 36^{\circ}\text{C}$ reducción de la actividad mental.
- d) Muerte.

En la planta donde se efectuara el estudio es una instalación netamente operacional y se identificaran las áreas que se detecte las temperaturas extremas Calor-Frío. En las Tablas N° 4 y 5 se muestran los valores límites permisibles a la exposición al calor y el frío los cuales servirán de referencia para su comparación posterior con los valores obtenidos en planta⁽⁹⁾.

Tabla N° 4 VALORES LÍMITES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN AL CALOR

(Valores dados en °C y correspondiente al TGBH calculado) ⁽¹⁹⁾

RÉGIMEN DE TRABAJO - DESCANSO	CARGA DE TRABAJO		
	Liviano	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75 % Trabajo 25 % Descanso, cada hora	30.6	28.0	25.9
50 % Trabajo 50 % Descanso, cada hora	31.4	29.4	27.9
25 % Trabajo 75 % Descanso, cada hora	32.2	31.1	30.0

TABLA N° 5a VALORES LÍMITES MÁXIMOS DE TIEMPO PARA EXPOSICIÓN DIARIA AL FRÍO.

(valores dados en °C y correspondientes a resultados por los TGBH) ⁽¹⁹⁾

RANGO DE TEMPERATURA (°C)	EXPOSICIÓN MÁXIMA DIARIA ⁽¹⁹⁾
0 a -18	Sin límite. Para una persona adecuadamente protegida.
-18 a -34	Tiempo total de trabajo: 4 horas, alternando una hora dentro y una hora fuera del área a baja temperatura.
-34 a -57	Dos periodos de 30 minutos c / u con intervalos de por lo menos 4 horas. Tiempo total de trabajo a baja temperatura permitido: (1) una hora.
-57 a -73	Tiempo máximo permisible de trabajo: 5 minutos durante un día de 8 horas de trabajo. Para estas temperaturas extremas se recomiendan el uso de casco hermético que cubra totalmente la cabeza equipado con un tubo respirador que pase por debajo de la ropa hasta la pierna para precalentar el aire.

(19) La persona expuesta deberá estar protegida con el equipo de protección personal indicado en la Norma Venezolana COVENIN 2237.

3.6.6.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA ⁽¹⁰⁾

a.-Características generales.- Anadata microclima es una pequeña central de microprocesador que junto con un grupo de sensores, mide las magnitudes térmicas ambientales y calcula en tiempo real los índices térmicos asociados. Las características principales de este equipo se presentan en la Tabla N° 6. Todo el sistema está constituido por el elaborador, las sondas y los caballetes de soporte y está contenido en una maleta con un peso de 20 Kg., dotada de pequeñas ruedas para facilitar su transporte. (Ver FIGURA N° 3.4)

b.-Descripción de los elementos en el frente del panel.- El panel está subdividido en tres sectores: el de la derecha contiene las entradas de las sondas; el central la impresora y la pantalla para la visualización de la duración de la detección; el de la izquierda las teclas de mando.



**FIGURA N° 3.4 ELEMENTOS DEL PANEL DEL ANALIZADOR
DE DATOS CLIMÁTICOS**

TABLA N° 5b CLASIFICACIÓN NIVELES DEL CALOR METABÓLICO

(Para varios tipos de actividades ⁽⁹⁾)

Categoría	Calor Metabólico (M) Kcal/h	Descripción de la Actividad
Descansado	< 100	Sueño. Sentado tranquilo
Trabajo Liviano	100 a 200	Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir a mano o a máquina, dibujar coser); trabajar con el brazo y la mano (herramientas pequeñas, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajar con el brazo y la pierna (manejar un vehículo en circunstancias normales, operar un suiche de pie o un pedestal). Parado: taladrar (piezas pequeñas); fresar (piezas pequeñas); bobinar, fresar con herramientas de baja potencia; caminar tranquilamente (velocidad máxima de 3,5 Km/h)
Trabajo Moderado	200 a 350	Trabajo continuo con el brazo y la mano (martillando clavos, limando); trabajo de brazo y pierna (operar un camión fuera del camino, tractores o equipos de construcción); trabajo de torso y brazo (trabajo con un martillo neumático, tractores; ensayar, manejo intermitente de material relativamente pesado, desmalezar, limpiar con azadón, recoger frutas o vegetales, empujar o halar carretillas livianas; caminar a una velocidad entre 3,5 Km/h; fraguar)
Trabajo Pesado	350 a 500	Trabajo intenso de torso y brazo: cargar material pesado, palear, trabajar con una mandarina, serruchar, cepillar o cincelar madera; segar a mano; cavar; caminar a una velocidad mayor de 5,5 Km/h Empujar o halar carretillas con cargas muy pesadas; cincelar piezas fundidas; colocar ladrillos de concreto. Actividad muy intensa a un ritmo rápido máximo: trabajar con un hacha; palear o cavar con fuerza; subir escaleras o rampas, caminar con pasos cortos, correr.
Nota 1: Kcal/h: Kilocalorías por hora		

Con la Tabla N° 4, (límites de exposición permisible para el estrés calórico) y para el caso del estudio se considerara para el análisis con el rango de calor metabólico (200 – 350 Kcal / Hr) Tabla N° 5 b ⁽⁹⁾, haciendo hincapié en las necesidades del mantenedor y aclarando que para este caso específico, no fue asumida la opinión del operador ya que la presencia del mismo es mínima en el cubículo de la subestación eléctrica, y que solo el mantenedor le dedica mayor tiempo de exposición causadas por las actividades de mantenimiento en la cabina de la subestación, exigiendo así una alta demanda de desgaste en el consumo y pérdida de energía.

Una vez de tener los valores de temperatura de exposición promedio del recinto lo comparamos en la Tabla N° 4, (valores límite permisible) y de allí relacionamos la carga de trabajo y descanso que se debe establecer para realizar labores en la cabina de la subestación eléctrica. Esto ayudó en gran forma de distribuir el tiempo de exposición del individuo y lograr colocarlo lejos de los efectos de la exposición de las altas temperaturas al momento de ejecutar sus labores de mantenimiento.

Es importante mencionar que solo fue medido el riesgo de estrés calórico en la subestación eléctrica, por ser un área de poca ventilación natural y tener muy cercanos los transformadores de electricidad, como también la ausencia de ventilación artificial en el recinto.

Por otra parte se consideró este riesgo de temperatura en el área de hornos por tener presencia continua de pilotos encendidos, pero sin embargo no genera calor suficiente para originar efectos de estrés calórico. Esto quiere decir que se tendrá presente al momento del análisis y con mayor atención en la ejecución de las actividades y tomar medidas importantes para minimizar y controlar este riesgo de temperatura en la subestación eléctrica.

Los valores resultantes pueden ubicarse en las tablas y estas brindan la facilidad de ubicar con gran éxito los límites permisibles de exposición al calor y distribuir o redistribuir la carga de trabajo relacionando tareas versus descanso. (Ver Mapa de Riesgo Estrés Calórico Capítulo 5). (ver Tabla N° 5 b). Dicha tabla presenta en orden de clasificación las diferentes actividades de acuerdo a la pérdida o desgaste de calor metabólico.

**TABLA N° 6. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO
MEDIDOR DE TEMPERATURA⁽⁷⁾**

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	ESPECIFICACIONES
Dimensiones	300 x 140 x 360 mm
Peso	10 Kg.
Realización	Batería interna recargable / red (220 Vca) con conmutación automática
Duración de la batería	12 horas; con control automático de las restantes horas de duración
Entradas	4 para sondas LSI: (IG-1/B sonda psicometría, IG-32/B sonda globo termométrica, TM-10 o TM-20/B sonda termométrica, AN-1 sonda anemométrica); 1 para una magnitud suplementar (0-20 mV)
Tolerancias	Ignorables con respecto a aquellas de los sensores
Límites ambientales	5 - 45 °C ; 0 - 95% humedad relativa
Impresora	Térmica de 20 columnas con papel termosensible
Visualizadores	Pantalla para el plazo de detección, de 4 cifras altas 7 mm -testigo diagnóstico-testigo de identificación-testigo de impresión-testigo de muestreo termométrico

c.-Descripción de las sondas:- IG-1/B Sonda psicométrica de ventilación forzada: Constituida por dos sensores de temperatura con termistores, uno desnudo, para la medición de la temperatura del aire T_a y el otro, revestido por una musolina humedecida con agua destilada, para la medición de la temperatura de bulbo húmedo con ventilación forzada T_u . Campo de medición : 0° - 80 °C. Tiempo para la respuesta en régimen : 1,5 min.

- IG-32/B Sonda globotermométrica: constituida por un globo de Vernon con agitador interno y sensor con termistor situado al centro de la esfera. para la medición de la temperatura de globo T_g , y por un sensor de termistor recubierto por una musolina humedecida para la medición de la temperatura del bulbo húmedo ventilado naturalmente T_{un} . Campo de medición : $-10^\circ - +100^\circ \text{C}$. tiempo para la respuesta en régimen : 7 min. (con agitador interno en función).
- AN-1 Sonda anemométrica para la medición de la velocidad del aire v .
- TM-10/B Sonda para detecciones aerotérmicas: Constituida por un sensor de temperatura con termistor para la medición de la temperatura del aire T_a . Campo de medición : $-10^\circ - +120^\circ \text{C}$. Tiempo para la puesta en régimen: 20 seg.
- TM-20/B Sonda termométrica para detecciones por contacto: constituida por un sensor de temperatura con termistor que debe ser colocado en contacto con la superficie de la que se quiere conocer la temperatura (p.e.; superficies radiadoras, paredes, etc). Campo de medición : $-10^\circ - +120^\circ$. Tiempo para la puesta en régimen: 20 seg.

Para que la detección sea correcta, el ciclo de medición deberá de empezar únicamente cuando todas las sondas hayan alcanzado el nivel de régimen.

3.6.7.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN POR TEMPERATURA ⁽²⁰⁾

3.6.7.1.- Estrés Calórico.

Calor.- podemos mencionar que controlar los focos radiantes mediante la colocación de apantallamiento, limitar la carga física de trabajo, programando las tareas más duras durante los períodos más fríos del turno de trabajo. La realización de una forma completa y adecuada la climatización como paso previo a la incorporación definitiva al lugar de trabajo.

Limitar la duración de la exposición aumentando la frecuencia y duración de los intervalos de trabajos o permitiendo a la auto limitación de la exposición. Es necesario reducir la transmisión del calor a través de paredes y techos, como también incorporar un sistema efectivo de climatización del aire. Buscar la iluminación del aire caliente en las

proximidades de los focos mediante la instalación de extracción localizada. Realizar programas de formación al personal para el reconocimiento y la aplicación de primeros auxilios frente a problemas de sobrecarga térmica.

Frío.- Proporcionar ropa de protección frente al frío, teniendo en cuenta tres factores muy importantes: esa ropa debe aislar frente al frío, el viento y la humedad; debe permitir la transpiración y disipación de parte del calor que se genera al trabajar y debe permitir la cómoda realización del trabajo (peso y volumen). Se debe dotar a los sistemas de distribución del aire fríos de elementos difusores del aire que impidan o minimicen la acción directa del chorro.

3.6.8.- ASPECTO LEGAL ⁽⁹⁾

La Norma Venezolana COVENIN 2254-90 Calor y frío. Límites permisibles, establece los límites máximos permisibles a las exposiciones al calor y al frío en los lugares de trabajo y el método para la evaluación del calor en el lugar de trabajo, bajo condiciones ambientales homogéneas, heterogéneas o variables mediante el índice TGBH (temperatura de globo y de bulbo húmedo). La misma se aplica para la evaluación del efecto del calor sobre la persona expuesta durante un período representativo de su actividad.

El valor umbral límite VUL para estrés calórico combina tres parámetros básicos: las demandas metabólicas de las tareas, un índice de la severidad del ambiente (TGBH) y el porcentaje de tiempo que puede permitirse a una persona para que realice esa tarea. La filosofía que se aplica en el TLV es que el estrés ambiental no puede producir un aumento de la temperatura central del cuerpo (mayor a 38 °C) que supere a la que provoca el trabajo por sí mismo.

El índice TGBH consiste en la ponderación fraccionada de las temperaturas húmedas, de globo y a veces temperaturas secas. Las principales fórmulas que se definen son:

- Interiores o exteriores sin exposición directa a la energía solar

$$TGBH = 0,7 T_{hn} + 0,3 T_g \quad (\text{ecuac. 4})$$

- Exterior de edificaciones con exposición directa a la energía solar

$$TGBH = 0,7 T_{hn} + 0,2 T_g + 0,1 T_a \quad (\text{ecuac. 5})$$

en donde los términos están definidos de la manera siguiente:

TGBH: Índice de la temperatura de globo y de bulbo húmedo (°C)

Thn: Temperatura de bulbo húmedo natural (°C)

Tg: Temperatura de globo (°C)

Ta: temperatura de bulbo seco (°C)

Estos índices de temperaturas TGBH, halladas para unas condiciones, se comparan con el índice de calor metabólico para unas condiciones de trabajo dadas (que vienen determinadas por el metabolismo).

Los valores de los índices de temperaturas TGBH, dependiendo de la carga de trabajo, se muestran en la Tabla N°4 y N°5.

3.7.- SUSTANCIAS QUÍMICAS ⁽⁷⁾

El uso de sustancias químicas se ha generalizado en todas las actividades económicas e incluso en la vida doméstica. Muchas veces las mismas pueden entrañar sin la adopción de determinadas precauciones, riesgos para la salud y el medio ambiente.

Los riesgos químicos pueden ser debidos bien a factores intrínsecos a los propios productos o en los mismos factores externos relacionados fundamentalmente con la inseguridad con la que se manipulan. Es por ello que estas sustancias son clasificadas y consideradas de acuerdo a su peligrosidad y volatilidad donde tenemos su agrupación de la siguiente forma:

- Inflamables.
- Tóxicas
- Corrosivas

a.- Inflamable: Son aquellas sustancias cuyos vapores arden con extraordinaria facilidad al mezclarse con el aire, bastando para ello una pequeña aportación de calor.

El punto inflamable del producto en cuestión es el parámetro determinante de esta peligrosidad, el cual se define como la temperatura mínima a la cual se desprende suficiente vapor como para que se produzca la inflamación.

Referente a los valores del P. I se dividen en la siguiente manera:

- Muy inflamable con un punto de inflamación inferior a 21°C.
- Los inflamables entre 21°C y 55°C.
- Los combustibles con P. I. a 55°C.

b.-Tóxicas: Son aquellas sustancias que al acceder al organismo se pueden ocasionar daños a la salud, siendo las vías de penetración como la respiración, la dérmica y la digestiva. El parámetro de referencia en estos caso es la dosis letal en ratas.

Es decir que la dosis letal en rata es DL-50 por vía oral, que es la cantidad que ingerida por una muestra de ratas ocasiona la muerte del 50% de dicha muestra, Es donde adoptando el esquema anterior se clasifican a su vez en la forma siguiente:

- Muy tóxicas DL-50 inferior a 25 mg / Kg.
- Tóxicas entre 25 y 200 mg / Kg.
- Nocivas entre 200 y 2000 mg / Kg.

c.-Corrosivas: En este caso el daño reside en la acción destructiva o irritante (necrosis) sobre los tejidos que entran en contacto con la sustancias.

Estas sustancias pueden ser de tres clases como son las muy corrosivas; que son las que provocan una necrosis perceptible cuando la aplicación es por un tiempo máximo de tres minutos. Sí el tiempo de aplicación que provoca la acción perceptible es entre 3 minutos y 60 minutos entonces la sustancias será considerada como corrosiva.

Finalmente son consideradas menos corrosivas si el tiempo de referencia es a partir de una hora y hasta cuatro como máximo. Dentro de esta última clase, también se incluyen aquellas otras que sin ser lesivas para los tejidos epiteliales, sí son corrosivas para el acero, el carbono o el aluminio.

Otros tipos de peligrosidad son los correspondientes a las sustancias nocivas o irritantes, que se identifican con aquellas sustancias que al penetrar en el organismo por inhalación, ingestión o vía dérmica (piel) puede entrañar, así mismo como un riesgo para la salud y sin que sean consideradas tóxicas. Existen otras sustancias como las oxidantes que pueden

generar reacciones químicas peligrosas como los ácidos esta ultima no se encuentra en la instalación a estudiar, pero también debe ser objeto de consideración el peligro derivado de la inestabilidad o reactividad química de algunas sustancias.

3.7.1- CONTAMINANTES QUÍMICOS

Se considera contaminante químico al elemento o compuesto químico cuyo estado y características fisicoquímicas le permiten entrar en contacto con los individuos de forma que pueden originar un efecto adverso para la salud. Sus vías principales de penetración son las inhaladora, la dérmica y la digestiva.

Los contaminantes químicos pueden provocar un daño de forma inmediata o a corto plazo (intoxicación aguda), o generar una enfermedad profesional al cabo de los años (intoxicación crónica).

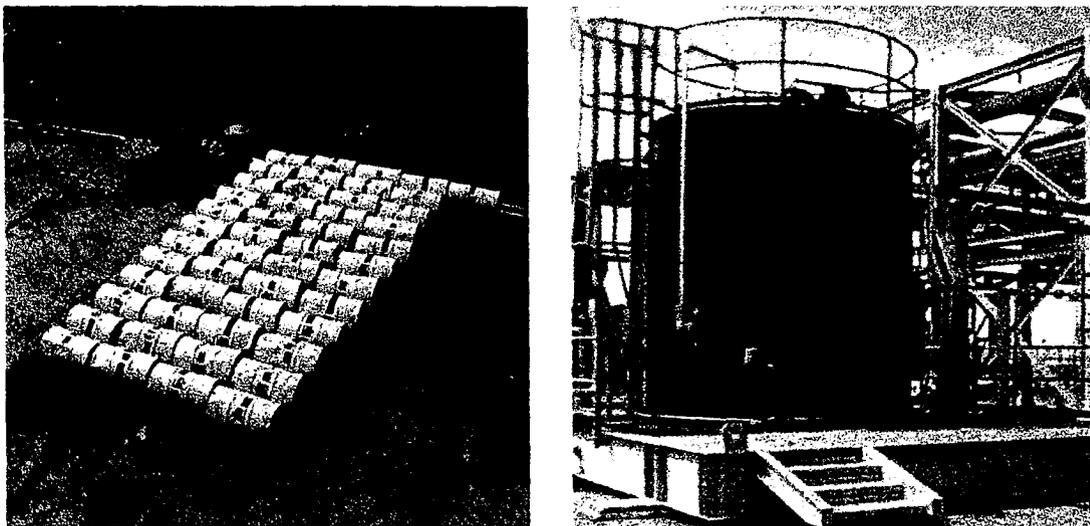
Para que la inhalación de un contaminante químico se pueda conocer midiendo adecuadamente dicho parámetro, para lo que precisan instrumento de lecturas directas o toma de muestras del contaminante y posterior análisis químico que cuantifique su presencia.

La evaluación del riesgo para las personas expuestas a contaminantes químicos supone, además de la comparación de la concentración ambiental existente con el valor límite de exposición la ponderación con el tiempo que dura la exposición del mismo.

3.7.2.- PRODUCTOS QUÍMICOS

En las actividades que se realizan en la Industria Petrolera, involucran el manejo de productos químicos que presentan riesgos inherentes de contaminación, ya que son sustancias que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al medio ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores.

Los mismos tendrán influencia con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en entidades tales que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con estos productos , los mismos están referidos y clasificados como contaminantes a la exposición de los seres vivos. (Ver FIGURA N° 3.5).



**FIGURA N°3.5 PRODUCTOS Y SUSTANCIAS
QUÍMICAS CONTAMINANTES**

www.bdigital.ula.ve

3.7.3.- NIVELES DE EXPOSICIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS ⁽¹⁴⁾

Los límites para exposiciones a agentes físicos y sustancias químicas en el medio de trabajo están determinados por los valores TLV (Threshold Limit Values), denominados valores umbrales límites para concentraciones en el aire de muchas sustancias químicas.

Los datos para establecer los TLV provienen de estudios en animales, seres humanos y experiencias industriales, por lo tanto, los límites se seleccionan en base a diversos criterios. La cantidad y naturaleza de la información disponible para establecer un TLV varía entre una sustancia y otra, por lo tanto la precisión del TLV estimado es objeto de revisión y debe consultarse la última documentación para esa sustancia con el fin de determinar el estado actual de los datos disponibles.

Los valores TLV se refieren a las concentraciones en el aire de sustancias y representan las condiciones bajo las cuales se cree que todos los trabajadores pueden ser expuestos repetidamente todos los días, durante 8 horas sin sufrir efectos adversos. La exposición ocasional de un individuo a los valores umbrales límites (o valores menores), puede no prevenir malestar, empeoramiento de una condición preexistente o una enfermedad

ocupacional, debido a que la susceptibilidad individual varía ampliamente. Existen tres categorías de valores umbrales límites, las cuales son:

3.7.3.1.- TLV-TWA (Promedio ponderado en el tiempo): Es la concentración promedio ponderada en tiempo para un día normal de 8 horas de trabajo o una semana de 40 horas, a la cual casi todos los trabajadores pueden ser expuestos en forma repetida diariamente sin sufrir efectos adversos.

3.7.3.2.- TLV-STEL (Límite de exposición para períodos cortos): Es la concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período de 15 minutos sin sufrir ninguno de los siguientes efectos:

- i. Irritación
- ii. Lesión tisular crónica o irreversible
- iii. Narcosis en grado suficiente para aumentar la propensión a accidentes, disminuir la autocapacidad de rescate o reducir materialmente la eficiencia de trabajo.

No se permiten más de cuatro períodos de exposición de 15 minutos, por día, con 60 minutos por lo menos de intervalo entre una exposición y otra, siempre que tampoco se exceda el TLV-TWA diario.

3.7.3.3.- TLV-T (Valor techo): Es la concentración que no debe ser excedida ni aún por un instante. La mayoría de las sustancias designadas con un valor techo tienden a ser irritantes, cuyos valores TLV han sido establecidos en niveles sólo levemente inferiores al que produce irritación notable en las personas más sensibles.

Es necesario destacar que si cualquiera de estos tres valores TLV es sobrepasado, existe un peligro potencial para el individuo. La cantidad en que pueden excederse los valores umbrales límites durante períodos breves sin daño para la salud, depende de factores como la naturaleza del contaminante, grado de exposición y tiempo de exposición.

Si la concentración es muy alta, aún por un período corto, produce envenenamiento agudo; si los efectos son acumulativos, los factores van a ser la frecuencia con la que ocurren las concentraciones elevadas y la duración de tales períodos.

3.7.3.4.- **EVALUACIÓN DE GASES:** Es prácticamente imposible eliminar la presencia de agentes tóxicos en su totalidad de los puestos de trabajo, ni los lugares o plantas donde se procesen éstos, pero se deben fijar criterios que garanticen la salud y bienestar de los trabajadores.

3.7.3.5.- **MONÓXIDO DE CARBONO (CO):** Es un gas combustible, incoloro, inodoro e insípido. Su densidad es de 0,967, menor que el aire, por tanto se difunde rápidamente en el ambiente. El TLV-TWA o concentración ambiental permisible del CO es de 25 ppm.

Toda instalación que funcione con combustibles sólidos, líquidos o gaseosos genera monóxido de carbono, producto de una combustión incompleta. Este tipo de gas también este presente en tratamientos térmicos, salas de calderas, hornos, fabricación de coque y motores de combustión interna entre otros.

3.7.3.6.-**METANO (CH₄):** Es un gas inflamable, incoloro e inodoro. Es un asfixiante simple más ligero que el aire, es soluble en éter, solventes orgánicos y alcohol etílico. este gas también se denomina gas de los pantanos o hidruro de metilo y es utilizado para síntesis química y como combustible.

El gas metano no tiene límite de exposición permisible, el factor limitante es la disponibilidad de oxígeno (18% mínimo en volumen a presión atmosférica). Este gas no es tóxico pero en altas concentraciones puede causar narcosis, asfixia e inconsciencia debido a la deficiencia de oxígeno.

3.7.4.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN A LAS SUSTANCIAS Y PRODUCTOS ⁽²⁰⁾

En Sustancias y Contaminantes Químicos. Todas las sustancias y contaminantes son potencialmente tóxicas y uno de los objetivos que persiguen los estudios clínicos y experimentales en toxicología es definir la capacidad de la compuestos químicos para producir efectos perjudiciales, es decir medir y analizar las dosis cuando se presenta el efecto y valorar la probabilidad de que se presente la lesión o enfermedad bajo condiciones específicas de uso y exposición. En otras palabras se está hablando del químico, su toxicidad, su relación dosis / efecto y la valoración del peligro y a su el riesgo. Por ello, en este estudio se pretende suministrar una información general de la problemática de los

químicos y contaminantes en los procesos, manejo, exposición, prevención y control. Lo que referimos los siguientes aspectos:

Sustancia química. - Los envases contenedores de sustancias peligrosas deben ir etiquetados por el fabricante o proveedor. Estas etiquetas deben indicar el nombre, la concentración y las propiedades de las sustancias, así como información correspondiente al fabricante o entidad comercializadora y pictogramas, con indicación del tipo de peligros. Aunado a estas sustancias deben ir acompañadas de fichas informativas de seguridad.

Almacenamiento: Un principio básico de seguridad es limitar el almacenamiento de las cantidades de sustancias peligrosas en los lugares de trabajo a las estrictamente necesarias. Las sustancias deberán ser almacenadas agrupándolas por comunidades de riesgo, depositándolas en recipientes seguros y herméticamente cerrados.

Manipulación: La mayoría de la siniestralidad con sustancias químicas se presentan con la manipulación, especialmente en las operaciones de trasvase. Esta operación debería efectuarse en instalaciones fijas, en lugares bien ventilados, preferentemente con extracción localizada y bajo control de derrame, evitando el vertido libre, se debe de igual forma objeto de consideración la idoneidad de los sistemas mecánicos de bombeo. En este sentido, los motores eléctricos deberán estar protegidos siempre que se manipulen inflamables.

Procedimientos escrito de trabajos: En todas las operaciones donde intervengan sustancias peligrosas deberían establecerse procedimientos escritos de trabajo donde se indique, las medidas adoptada junto a la secuencia de operaciones que se han de realizar, las debidas medidas.

Plan de emergencia: Es muy importante, se diría ya que el tiempo que se cumple con la normativa establecida, en previsión de situaciones que puedan revestir trascendencia y especial peligrosidad, rebasando incluso los límites de la propia instalación. A tal fin se dispondrá de los medios precisos, tanto humanos como materiales, para hacer frente a este tipo de contingencias.

Como contaminantes químicos: La prevención de posibles riesgos originados por la exposición a contaminante químicos se basa en la actuación, según un esquema clásico de actuación, sobre el foco de contaminación, sobre el medio y sobre el receptor.

En medidas generales de actuación en el foco destacan las siguientes:

- Selección de equipos adecuados.

- Sustitución de productos, cuando las características toxicológicas del agente en cuestión (cancerígenos, sensibilizantes) justifiquen la búsqueda de alternativas a las sustancias químicas utilizadas.
- Modificaciones del proceso, cuando técnicamente el encerramiento de los procesos influyen con los generadores de agentes químicos y que puedan prescindirse de la presencia continua de personas en sus cercanías de ser posible, con esta forma eliminan las operaciones específicamente contaminantes.
- Encerramiento de procesos, cuando son generadores de agentes químicos y puede prescindirse de la presencia continuada de personas en sus cercanías.
- Mantenimiento preventivo en instalaciones y equipos de trabajo. El envejecimiento de la maquinaria en general aumenta el riesgo de fugas y deficiencias en los materiales que pueden favorecer la presencia de agentes químicos en el ambiente de trabajo.

La actuación preventiva en el medio supone casi siempre una serie de medidas correctoras de apoyo que por sí solas no suelen solucionar los problemas de contaminación, pero que unidas a aquellas aplicadas en el foco o receptor reducen el riesgo. Como por ejemplo se pueden citar las siguientes:

- Limpieza de locales y puestos de trabajo, en forma periódica, puesto que la existencia de vertidos o derrames genera nuevos focos de contaminación adicionales y dispersos.
- Señalización de riesgos, que advierte de los peligros y las precauciones a adoptar.
- Ventilación general, cuya filosofía es diferente de la extracción localizada, ya que lo que intenta es diluir la concentración del contaminante en el ambiente pero no lo elimina al generarse.
- Sistemas de alarma, que avisan visualmente o acústicamente de la superación de un cierto nivel de concentración ambiental de forma periódica en aquellas situaciones en las que el muestreo inicial no permite afirmar que la concentración ambiental está claramente por debajo de los límites establecidos.

Las medidas establecidas para las personas expuestas y que son fundamentalmente importantes tenemos:

- Formación e información acerca de los riesgos posibles que genera la manipulación de ciertas sustancias químicas.
- Equipos de protección personal (EPP), con la salvedad de que deben ser certificados y de uso solo complementario.
- Aislamiento al trabajador. Este se emplea en procesos que no requieren la presencia próxima continua del operario, sino que este se limita a controlar el proceso y esto puede realizarlo a distancia, lo que se aprovecha para aislar del ambiente al individuo, creándole un microclima en su área de permanencia.

3.7.5.- ASPECTO LEGAL⁽¹⁴⁾

En esta normativa podemos hacer mención de las leyes y reglamentos vigentes y que han sido consideradas para la mayoría de los productos y agentes químicos contaminantes que producen efectos físicos a partir de cierta dosis.

Es por ello que el contacto con estos agentes deben evitarse y las medidas preventivas exigibles son más estrictas, como su clasificación en función de su peligrosidad. Por consiguiente existen un número amplio de normas, reglamentos y leyes que ayudan a mantener una atención preventiva y de alerta en la manipulación, exposición y almacenamiento. Mencionaremos algunas de las normas establecidas y en vigencia por COVENIN de Venezuela y los organismos gubernamentales⁽²⁰⁾:

- Ley 20/86 (Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos), y reglamentación equivalente de vigencia en las diferentes Comunidades Autónomas.
- Real Decreto, 1078/93 y real decreto 363/95, sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 2414/61. Reglamento de actividades molestas, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Orden de 9/3/71. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Directiva 91/322/CEE. Sobre valores límites para algunas sustancias.
- Directiva 90/394/CEE. Sobre exposición laboral a agentes cancerígenos.
- TLV's de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

- La RD 668/80. Almacenamiento de Productos Químicos. RD 3485/83.
- Real Decreto 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Real Decreto 773/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ITC MIE APQ 001. Almacenamiento de líquidos inflamables. ITCMIEAPQ006. Almacenamiento de sustancias corrosivas.

Estas son algunas Normativas ⁽²⁰⁾ Básicas que deben ser aplicadas y son inspeccionadas, evaluadas y auditadas continuamente por un comité organizacional para mantener en lo más estricto la presencia de la mejor integridad hacia el trabajador.

3.8.- RADIACIONES NO IONIZANTES ⁽¹¹⁾

Las radiaciones no ionizantes son aquellas ondas electromagnéticas que se encuentran ubicadas en el espectro en un rango de longitud de ondas comprendido entre los 1800 a 15000 Å (Angstrom), las bandas de radiación no ionizante se clasifican según las longitudes de onda abarcando las regiones del infrarrojo, luz visible, microondas, radiofrecuencias y ultravioleta.

No existe una delineación marcada entre una banda y otra. De hecho, a menudo las divisiones se traslapan, pero las escalas separan los efectos físicos y biológicos asociados con cada tipo de radiación.

3.8.1.- TIPOS DE RADIACIONES NO IONIZANTES ⁽¹¹⁾

Las radiaciones no ionizantes se han clasificado de acuerdo a su longitud de onda en:

- a) Espectro visible: La parte visible del espectro electromagnético es de 400 a 800 nanómetros (las longitudes de onda se expresan en la unidad llamada ángstrom, Å, la cual es equivalente a 10^{-8} cm, o en nanómetros (nm) cuyo valor es 10^{-7} cm.

El interés ocupacional principal con la luz visible pertenece a la cantidad de iluminación en el lugar de trabajo. Existen dos fuentes de luz visible: (1) incandescente y (2) descargas de gas como tubos de neón, tubos fluorescentes.

- b) Espectro ultravioleta: El espectro ultravioleta (UV) va de 4 a 400 nanómetros y está subdividido en tres subcategorías: UV de vacío, UV distante y UV cercana. La radiación ultravioleta no es visible para el ojo humano y es producida en forma natural por el sol y artificialmente por arcos eléctricos.
- c) Campos electromagnéticos: En su interacción con los humanos y otros seres vivos, los campos electromagnéticos se comportan como si estuvieran compuestos por campos eléctricos y magnéticos independientes.
- d) Radiación de microondas: Las microondas se definen como radiación electromagnética en la escala de los 100 a los 300000 megahertz (Mhz). Esta forma de radiación se propaga normalmente en la atmósfera a partir de antenas asociadas con transmisores de televisión, de FM y de radar.
- e) Radiación infrarroja: El espectro infrarrojo (IR) yace en la región espectral de 0,8 a 400 micrómetros y se subdivide además en la región infrarroja cercana y en la infrarroja lejana o distante. Todos los objetos con una temperatura superior al cero absoluto emiten radiación infrarroja como función de la temperatura. Las fuentes que suelen encontrarse son cuerpos calientes o incandescentes que producen un amplio espectro continuo de radiación IR.
- f) Rayos láser: Los rayos láser comprenden las regiones infrarroja, visible y ultravioleta del espectro y concentra una gran cantidad de energía en una pequeña área transversal. Los rayos láser pueden ser proyectados a largas distancias, y su uso en los lugares de trabajo es cada vez mayor.

3.8.2.- EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES ⁽¹¹⁾

El grado de luz visible representa poco riesgo biológico salvo posiblemente para la vista en condiciones extremas. La piel y los ojos son los órganos principales que están sujetos a los riesgos de la absorción de luz ultravioleta. Las personas que trabajan continuamente al aire

libre, a plena luz solar pueden desarrollar tumores cutáneos en las áreas expuestas del cuerpo. La evidencia experimental indica que los efectos biológicos de los campos electromagnéticos generados por la transmisión de potencia eléctrica incluyen los fenómenos visuales conocidos como electrofosfenos y magnetofosfenos, así como la modificación en el ritmo cardíaco.

El daño a la piel causado por la radiación IR es básicamente térmico en naturaleza y no se conocen efectos de bajo nivel a largo plazo. Los niveles de daño de umbral son esencialmente similares a los del daño a la piel producido por radiación visible. La piel y los ojos son los órganos críticos que sufren los efectos de la radiación IR. Pueden ocurrir efectos diferentes y más catastróficos en los tejidos de los seres humanos. Casi todos los laceros conocidos constituyen peligros potenciales para los ojos. (Ver FIGURA N° 3.6a y b)

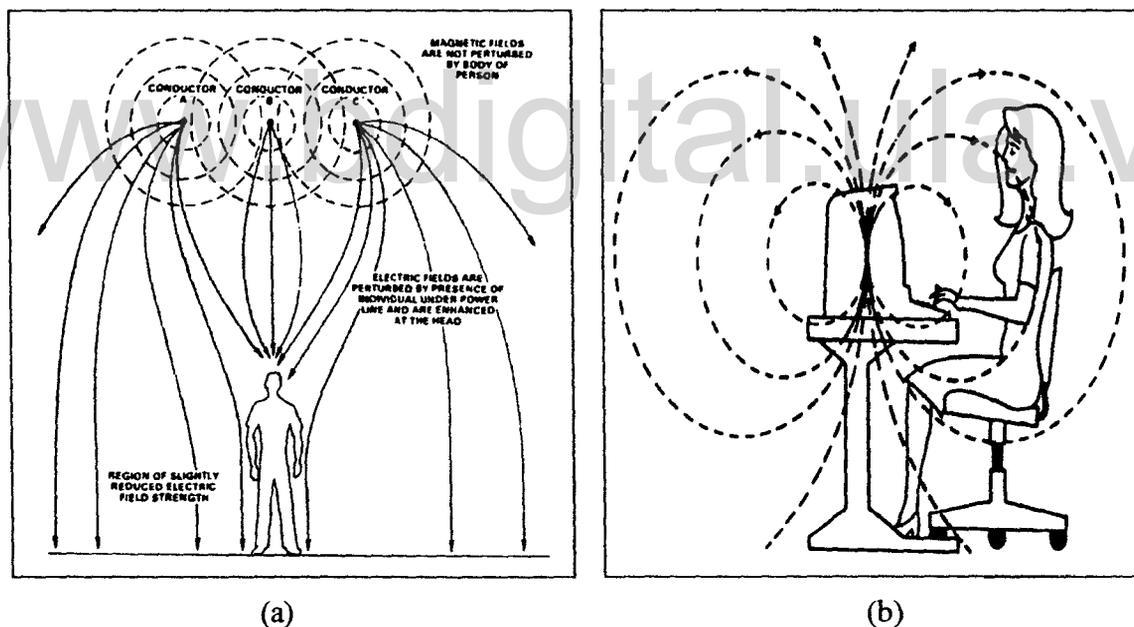


FIGURA N°3.6 RADIACIÓN NO IONIZANTE LÍEAS DE TRANSMISIÓN Y VIDEO TERMINALES

3.8.3.-EQUIPO DE MEDICIÓN ⁽¹¹⁾

3.8.3.1.- Equipo de Medición el HI-3604 Campos Eléctricos y Magnéticos Asociados a Transmisiones Eléctricas ⁽¹³⁾

El medidor ELF HI – 3604 es un sistema de medición de la intensidad de campo y potencia de frecuencia está diseñado para asistir en la evaluación de campos eléctricos y magnéticos asociados a la transmisión de energía eléctrica a 50 / 60 Hz y de líneas de distribución junto con equipos y electrodomésticos operados eléctricamente. (Ver FIGURA N°3.7a y b).

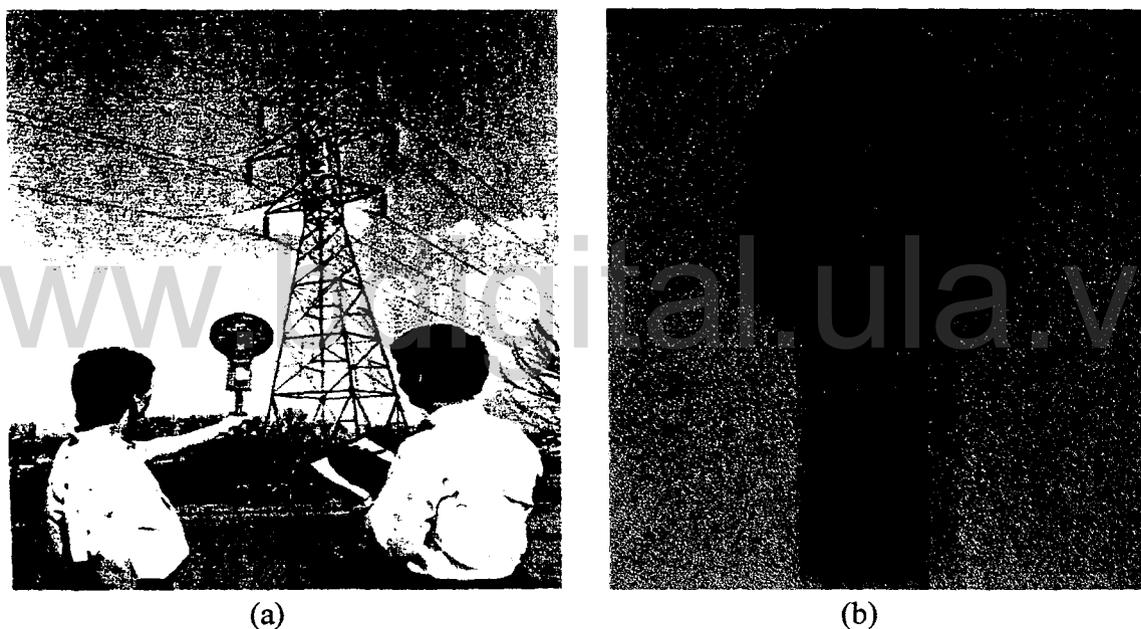


FIGURA N°3.7 MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO Y EQUIPO DE MEDICIÓN MODELO H-3604

Funcionamiento del HI-3604: En el se encuentra las aplicaciones tanto en la investigación como en estudios del campo ambiental donde es necesario tener conocimiento de la intensidad de campo y potencia de frecuencia. Está diseñado para proporcionar a ingenieros y personal de higiene y seguridad industrial una herramienta sofisticada para la investigación precisa de ambientes eléctricos de poder de frecuencia.

Características del equipo HI – 3604: El medidor de radiaciones VDT/VLF HI-3604 posee dos sensores que pueden ser seleccionados para la medición de campos tanto eléctricos como electromagnéticos, respectivamente.

Entre las capacidades del instrumento se incluyen: almacenamiento de datos, (**waveform output**) presentación de gráficas, (**full auto-ranging**) auto-ajuste completo, y pantalla LCD con gráfico de barra, como atributos estándares. Todas las funciones de selección y control se ingresan desde un switch en el panel frontal.

Los campos eléctricos son medidos a través del empleo de un “sensor de corriente de desplazamiento”, el cual opera bajo el principio de que cuando dos placas conductoras paralelas, separadas por una breve distancia, son conectadas eléctricamente, mientras estén inmersas en el campo la carga se redistribuirá entre las placas de forma tal que el campo eléctrico entre ellos permanezca en cero.

El HI-3604 utiliza este principio para detectar campos eléctricos al medir el desplazamiento causado por el campo ambiental entre dos discos a corta distancia.

Esta redistribución de la carga se refleja como un desplazamiento de la corriente la cual puede ser medida y por ende relacionada con la intensidad del campo eléctrico. Este tipo de transductor posee una respuesta de frecuencia plana y permite mediciones precisas de campos con un significativo contenido armónico con energía a frecuencias superiores a las fundamentales de 50 a 60 Hz.

Los campos magnéticos son medidos a través del uso de un arrollado que consiste en cientos de vueltas de alambre fino. Al ser inmersos dentro de un campo magnético alterno, se induce en el arrollado una corriente eléctrica que es proporcional a la intensidad del campo magnético, luego al medir este voltaje en los terminales del arrollado se calcula el campo eléctrico. (Ver FIGURA N° 3.5a y b y N° 3.7 a)

Campos de frecuencia de potencia: El HI-3604 encuentra aplicaciones en numerosas circunstancias que involucren campos de 60 Hz, principalmente la evaluación de campos eléctricos y magnéticos en las cercanías de líneas de transmisión eléctricas.

Los campos eléctricos y magnéticos se originan en la línea de transmisión eléctrica debido a los voltajes que son impresos en los conductores y la magnitud de la corriente (electricidad) que fluye a través de los conductores.

En cualquier punto determinado en el espacio, el campo puede ser determinado por la superposición de los campos asociados a cada conductor; debido a que el voltaje y la corriente de cada conductor esté fuera de fase con las de cualquiera de los otros, y los conductores tienen un espacio finito entre ellos, los campos eléctrico y magnéticos resultantes son calculados sobre la base de la suma vectorial de los campos causados por cada uno de los tres conductores.

En algunos puntos los campos pueden sumarse constructivamente causando una elevada intensidad de campo. En otros puntos los campos de los conductores pueden sumarse destructivamente conllevando a mínimos en los campos. Así, los campos de las líneas eléctricas pueden tener distribuciones espaciales algo complejas a lo largo de la línea. (Ver en figura N°3.6).

Exposición al Operador: Como se puede observar (FIGURA N° 3.6), el campo eléctrico máximo debajo de la línea de 345 kv. se espera esté en el orden de 3.4 kv./m.

La máxima intensidad del campo magnético dependerá de la magnitud de la corriente que fluya dentro de la línea; los campos magnéticos si la línea estuviere llevando una corriente de 1000 A e indica un valor máximo de 175 mG (equivalente a 14 A / m).

A continuación se podrá observar en las Tablas N° 7 y 8 , donde se tienen los valores de límites de campos electromagnéticos de transmisión y potencia de líneas eléctricas y transformadores ⁽¹¹⁾

TABLA N° 7. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE TRANSMISIÓN Y POTENCIA ELÉCTRICA SEGÚN NORMA 2238:1995 ⁽¹¹⁾

Rango de Frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V / m)	H (A / m)
1 – 8 Hz	20000	$1,63 * 10^5$
> 8 – 25 Hz	20000	$2 * 10^{-4} / f$
>25 – 300 Hz	$500000 / f$	$20000 / f$

Nota.

Leyenda de las tablas:

H: Campo Magnético.

E: Campo Eléctrico.

S: Densidad de Potencia.

TABLA N° 8. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA EL PUBLICO SEGÚN NORMA COVENIN ⁽¹¹⁾

Rango de Frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V / m)	H (A / m)
1 – 8 Hz	10000	$3,2 / 10^4 f^4$
> 8 – 25 Hz	10000	$4000 / f$
>25 – 300 Hz	$250000 / f$	$4,999 / f$

2.8.3.2.- Equipo de Medición VDT / VLF HI-3603 Terminales de Video Monitores de Computadora – Televisores ⁽¹²⁾

El sistema de medición de radiaciones VDT / VLF, está diseñado específicamente para medir emisiones electromagnéticas producidas por terminales de vídeo (VDT), monitores de computadoras, televisores y otros aparatos que utilicen tubo de rayos catódicos (CRT) para el despliegue de información. Existe un creciente interés en la realización de mediciones de niveles base de exposición a emisiones VDT por parte de los empleados en el ambiente automatizados de oficina. (Ver FIGURA N° 3.8)



**FIGURA N°3.8 MEDICIÓN DE CAMPO MAGNETICO
EQUIPO DE MEDICION MODELO HI-3603**

Característica del equipo VDT / VLF HI – 3603: El medidor de radiaciones VDT / VLF HI-3603 posee dos sensores que pueden ser seleccionados para la medición de campos tanto eléctricos como electromagnéticos, respectivamente. Entre las capacidades del instrumento se incluyen: almacenamiento de datos, presentación de gráficas, auto-ajuste completo, y pantalla LCD con gráfico de barra, como atributos estándares. Todas las funciones de selección y control se ingresan desde un switch en el panel frontal.

El HI-3603 es un medidor de fuerza de campo de un solo eje (responde a un solo componente de polarización a la vez) diseñado para responder a los complejos campos electromagnéticos (no-sinusoidales) generados por los VDT sobre una amplio rango de

frecuencias. Muestra directamente el valor RMS (raíz cuadrada) de la fuerza de los campos eléctricos y electromagnéticos en una pantalla LCD. Los campos eléctricos son medidos a través del empleo de un “sensor de corriente de desplazamiento”, el cual opera bajo el principio de que cuando dos placas conductoras paralelas son conectadas eléctricamente, habrá un desplazamiento de corriente entre ellas mientras estén inmersas en el campo.

Líneas de Campos Magnéticos y Eléctricos: En Las FIGURA N°3.6 a y b Y , allí se ilustran como están dirigidas las líneas de un campo magnético y a uno eléctrico, cerca de un VDT. Hay diferencias significativas en el efecto de perturbación causado por la presencia del operador en relación a los campos magnético y eléctrico. Debido a la conexión capacitativa que existe entre el operador y el suelo (tierra), el operador tiende a llevar el potencial de tierra existente más cercano al VDT, haciendo que las líneas emergentes del campo eléctrico terminen en el operador.

De esta forma el componente del campo eléctrico de mayor intensidad será aquel que es perpendicular a la superficie del cuerpo expuesto; los componentes del campo eléctrico paralelos a la superficie del cuerpo desaparecen debido a la naturaleza altamente conductiva de los tejidos corporales.

En consecuencia, las mediciones de la exposición del operador a los campos eléctricos, realizadas con un detector de desplazamiento, debe ser logrado con el sensor orientado de tal forma que las líneas del campo incidente alcancen la sensible placa de electrodos a un ángulo normal. De esta forma se obtiene una medición de la intensidad mayor del campo eléctrico.

Debido al efecto perturbador del cuerpo del operador sobre el campo eléctrico cerca del VDT, es evidente que la evaluación de las emisiones de campos eléctricos dependerán mucho de la proximidad del operador y/o de otros objetos cercanos.

Exposición al Operador: Ya descrito el efecto de la presencia del operador sobre las emisiones de los campos, y debido a la perturbadora influencia de éstos sobre las medidas de la intensidad de valores de los campos eléctricos cerca de los VDT's, es importante distinguir entre estimaciones sobre la exposición de los operadores y las características básicas de las emisiones de los VDT's. Relacionadas con los campos eléctricos, estas dos propiedades no son iguales.(Ver FIGURA N° 3.6 a y b)

Por lo tanto, las caracterizaciones de las emisiones deben ser ejecutadas sin la presencia del operador. Aunque la literatura contiene numerosos métodos con los cuales se han obtenido datos de las emisiones, la principal diferencia radica en las locaciones alrededor del VDT donde se tomen las mediciones.

Una exploración de la superficie de un VDT típico revelará áreas de campos particularmente intensos, pero estas áreas están usualmente a los lados o encima del VDT y no contribuyen directamente a la exposición por el área frontal del VDT, donde se posiciona el operador. Por esto una locación ubicada en un punto 30 cm directamente al frente de la pantalla del VDT es usualmente utilizada y recomendada en caracterizaciones de emisiones.

Distancias de 50 cm y hasta 1 m también han sido utilizadas para efectuar mediciones. El valor de 30 cm representa una distancia bastante corta, comparado con la distancia utilizada por la mayoría de los operadores que visualizan pantallas VDT.

De hecho, es recomendado que la distancia mínima entre el operador y la pantalla sea de 36 cm. A pesar de esto, ya que el valor de 30 cm ha sido utilizado tan frecuentemente como valor estándar, las mediciones deben de incluir esta distancia entre cualquier otra posible.

La data de emisiones VDT que se reportan en la literatura demuestran que en la mayoría de los casos la condición de una pantalla fija se ha utilizado para promover mediciones más repetibles como lo es el llenar la pantalla con un mismo carácter, como E o M, y ajustar la brillantez y el contraste a sus valores máximos.

Debido a las particularidades de algunos VDT's, es recomendable chequear los efectos a distintas intensidades de brillantez y contraste. Roy (1983) sugiere que el desempeño del CRT, el cual disminuye con el tiempo, y el tipo de sistema de generación de video utilizado son dos posibles factores responsables por este fenómeno.

**TABLA N° 9. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO
MEDIDOR DE RADIACIONES NO IONIZANTES ⁽⁷⁾**

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	ESPECIFICACIONES
Respuesta en frecuencia	30* a 2000 Hz llanos 30* Hz -3 dB 2000 Hz -3 dB <30* Hz 80 dB/década bajando >2000 Hz 40 dB/década bajando * esta frecuencia es seleccionable a 5 Hz.
Sensor	Externo, multivuelas, diámetro interno de 110 mm y externo de 116 mm, área del lazo es 0.010 m ² , longitud del conductor 1,2 m.
Respuesta del Detector	Medición RMS para precisión en la lectura de ondas sinusoidales.
Rangos	2 mGauss 20 mGauss 200 mGauss 2 Gauss 20 Gauss
Precisión	Entre un +/- 5% a frecuencias de calibración de 50, 100, 500 y 1000 Hz.
Alimentación	Dos baterías alcalinas de 9 V.
Linealidad	5 %
Relaciones aplicables	1 microtesla = 10 miliGauss 1 miliGauss = 80 miliAmpere/metro.

Dado que el sensor solo es capaz de medir una componente de polarización del campo magnético en un momento dado, existen dos métodos que pueden utilizarse para obtener la resultante. En la mayoría de los casos, resulta suficiente orientar el sensor hasta que la

máxima indicación es obtenida. En muchos casos esto será una lectura de resultante de la densidad de flujo magnético; el sensor debe ser rotado alrededor de tres ejes perpendiculares entre si.

En otros casos, el valor RMS de la resultante de la densidad de flujo puede ser obtenida tomando tres lecturas ortogonales del campo; el sensor es orientado sucesivamente en tres direcciones mutuamente perpendiculares alrededor de un punto fijo y se anotan las lecturas individuales.

Estas direcciones serán denotadas como X, Y, Z. La resultante de la densidad de flujo se encuentra calculando el valor RMS, a partir de la siguiente expresión:

$$B = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2} \quad (\text{ecuac. 3})$$

B: es la resultante de la densidad de flujo

B_x, B_y, B_z: son las lecturas en cada una de las direcciones.

No representa ninguna importancia la orientación del sensor de campo que sea utilizada para la lectura X, siempre y cuando las direcciones Y/Z sean perpendiculares a X. Cabe resaltar que en el rango de 5 Hz, el equipo es muy sensible a movimientos del sensor, dado que el campo magnético de la Tierra será detectado por el instrumento.

Cuando el sensor es acelerado o rotado dentro de la influencia de un campo magnético constante, se generará una señal de salida a una frecuencia correspondiente a dicho movimiento, la cual por lo general representa una componente de frecuencia superior a los 5 Hz. Consecuentemente, durante dichos movimientos el equipo típicamente mostrara significantes indicaciones ascendentes en la escala.

La selección de frecuencias de 5 Hz es usualmente utilizada para medidas en bobinas fijas tales como cerca de VDTs, en cuyo caso el sensor se mantiene en una posición fija, en otras circunstancias el rango de 30 Hz será mas útil. Se muestra las Tablas N° 10 y 11 respectivamente con los valores límites de exposición según la Norma COVENIN 2238:1995 ⁽¹¹⁾.

**TABLA N° 10. CAMPO ELECTROMAGNÉTICOS DE RADIOFRECUENCIA
LÍMITE DE EXPOSICIÓN SEGÚN LA NORMA 2238:1998 ⁽¹¹⁾**

Rango de Frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)		
	E (V / m)	H (A / m)	S (m W / cm)
0,03 – 0,065 MHz	600	25	-
> 0,065 – 1 MHz	600	1,6 / f	-
>1 – 10 MHz	600 / f	1,6 / f	-
> 10 – 400 MHz	60	0,16	1
> 400 – 2000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	F / 400
> 2 – 300 GHz	135	0,36	5

NOTA: Los límites de exposición especificados en esta sección han sido establecidos para limitar la SAR promediada a cuerpo entero a un nivel por debajo de 0,4 W / Kg para personas ocupacionalmente expuesta y 0,8 W /Kg para el público en general, tanto en el dominio de las frecuencias resonánticas para el ser humano (10 – 400 MHz) como en las frecuencias más allá de este rango. Las mediciones que se realicen para verificar el cumplimiento de los límites deben ser realizados a una distancia de 5 cm del emisor y promedios por 6 minutos (0,1 hora).

TABLA N° 11. LIMITE DE EXPOSICIÓN PÚBLICO ⁽¹¹⁾

Rango de Frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)		
	E (V / m)	H (A / m)	S (m W / cm ²)
0,03 – 0,15 MHz	80	5	-
> 0,15 – 1 MHz	80	0,7 / f	-
>1 – 10 MHz	80 / f ^{1/2}	0,7 / f	-
> 10 – 400 MHz	60	0,07	0,2
> 400 – 2000 MHz	1,3 f ^{1/2}	0,003 f	F / 2000
> 2 – 300 GHz	50	0,16	1

3.8.4.- CRITERIOS DE EXPOSICIÓN RADIACIONES NO IONIZANTES⁽²⁰⁾

En Radiaciones No Ionizantes. En relación a la radiación no ionizantes, sus efectos sobre el organismo son de diferentes naturaleza dependiendo de la banda de frecuencia en la que se trabaja. Es así cuando mientras las radiaciones ultravioletas pueden producir afecciones en la piel (eritemas) y conjuntivitis por exposición de la piel y los ojos respectivamente, la radiación infrarroja puede lesionar la retina o producir opacidad del cristalino del ojo y daños en la piel por cesión de calor.

También se hace mención de los campos electromagnético y magnéticos estáticos y ondas electromagnéticas de baja frecuencia: Se sabe que puede tener efectos nocivos en el sistema nervioso y cardiovascular. Se discute en la actualidad la confiabilidad ciertos estudios que otorgan la capacidad de producir ciertos tipos de cáncer en las radiaciones de extremadamente baja frecuencia; pero las restricciones que actualmente se aplican a este tipo de radiaciones no tiene en cuenta por ahora dichos efectos. Es por ello que nos basamos en algunos criterios básicos preventivos como:

- La norma general se tendrá en cuenta que la exposición a radiaciones disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia entre el foco emisor y el individuo. El aumento de la distancia es la única medida preventiva efectiva para disminuir la exposición a campos magnéticos estáticos.
- Las radiaciones que inciden en un objeto lo pueden atravesar, ser absorbidas por él o ser reflejadas por dicho objeto. La capacidad de una radiación para penetrar en un objeto depende de la longitud de ondas de la misma y de la características estructurales del material. Una de las técnicas de protección frente a las radiaciones electromagnéticas consiste en apantallar convenientemente dicha radiación. Las pantallas deben estar conformadas con material apropiado.

Por otra parte las radiaciones correspondientes a las bandas del infrarrojo y ultravioleta, pueden ser apantalladas fácilmente, incluso con pantallas cuyas transparencia permite acceder visualmente a la zona confinada.

El apantallamiento con mallas, apropiado, por ejemplo, para la protección frente a RF o MO, requiere el calculo de la luz de la malla teniendo en cuenta la longitud de onda.

La intensidad del campo eléctrico puede disminuir encerrado el foco o el receptor en una construcción metálica conveniente puesta a tierra como se mencionamos de la manera siguiente:

- El blindaje del foco emisor en el momento de su fabricación, es la medida preventiva necesaria en el caso de ciertos tipos de laceres.
- La reducción del tiempo de exposición disminuye, así mismo, las dosis recibidas durante el trabajo.
- La señalización de las zonas de exposición, es una medida de control de tipo informativo, muy conveniente cuando la exposición a radiaciones tiene cierta importancia, especialmente para las personas portadoras de marcapasos cardiacos, por el peligro de interferencia en su funcionamiento que algunas radiaciones no ionizantes conllevan.
- El uso de protecciones individuales (pantallas faciales, gafas, ropa de trabajo, etc.), se limita al caso de radiaciones IR ó UV.
- Es importante realizar mediciones de los niveles de radiación existentes y valorados convenientemente por comparación con niveles de referencia técnicamente contrastados.
- Es necesario la realización de reconocimiento médicos específicos (cuando sea técnicamente posible) y periódica, al personal expuesto a radiaciones.

3.8.5.- ASPECTO LEGAL ⁽¹¹⁾

La evaluación de Radiaciones No Ionizantes para este trabajo se concentrará en la medición de campos electromagnéticos, ya que este es el mas probable que esté presente en la Planta Lama LGN.

La Norma Venezolana COVENIN 2238-91. Radiaciones No Ionizantes. Medidas de seguridad, establece las medidas de seguridad y los límites permisibles de exposición en aquellos lugares de trabajo, en los cuales los trabajadores estén expuestos a Radiaciones No Ionizantes. Los valores que se indican se deben utilizar como guías de control de exposición a fuentes continuas, donde la duración de la exposición no será menor de 0,1 seg., estos valores no se deben considerar como una línea marcada entre niveles seguros y

peligrosos. Para la evaluación del efecto de la Radiación No Ionizante se considerará lo establecido en los "Threshold Limit Values" 1994-1995^[3], publicada por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), ya que el espectro de frecuencias cubierto por el sensor del aparato HI-3624 para medir campos electromagnéticos, solo cubre frecuencias extremadamente bajas (EFL). Los valores y límites a tomar en cuenta son los rangos de sub-radio frecuencias (menores a 30 KHz), considerando lo siguiente:

a. Para exposiciones a rangos de frecuencias ELF en el rango 1-300 Hz, el valor máximo (techo) no debe exceder el valor resultante de la siguiente ecuación:

$$B_{TLV} = (60 / f) \text{ mT, donde } F \text{ es la frecuencia en Hz. (ecuac. 6)}$$

b. Para frecuencias en el rango 300 Hz- 30 KHz, la exposición ocupacional no debe exceder 0.2 mT.

Estos valores aplican tanto para cuerpo parcial como para cuerpo completo; para frecuencias menores a 300 Hz la exposición puede ser incrementada 5 veces (para extremidades).

3.9.- NORMATIVAS APLICADAS A LOS RIESGOS IDENTIFICADO EN LA INSTALACIÓN SELECCIONADA SE FUNDAMENTO EN LO SIGUIENTE

Según Gaceta Oficial No. 3850 Extraordinario [6], se decreta en Venezuela durante el año 1986 en el Congreso de la República, la Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente en el Trabajo (L.O.P.C.Y.M.A.T.)⁽¹⁷⁾, la cual establece en el Capítulo I, Artículo 6, Parágrafo Uno:

"NINGÚN TRABAJADOR PODRÁ SER EXPUESTO A LA ACCIÓN DE AGENTES FÍSICOS, CONDICIONES ERGONÓMICAS, RIESGOS PSICOSOCIALES, AGENTES QUÍMICOS, BIOLÓGICOS O DE CUALQUIER OTRA ÍNDOLE, SIN SER ADVERTIDO POR ESCRITO Y POR CUALQUIER MEDIO IDÓNEO DE LA NATURALEZA DE LOS MISMOS, DE LOS DAÑOS QUE PUDIESEN CAUSAR A LA SALUD, Y ALECCIONADO EN LOS PRINCIPIOS DE SU PREVENCIÓN⁽¹⁷⁾.

CAPITULO 4

MARCO METODOLOGICO

www.bdigitalhula.ve

CAPITULO 4

MARCO METODOLÓGICO

4.1.-TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se desarrollará en este trabajo es de tipo descriptiva donde se efectuarán mediciones, comparaciones con las normas y a través de la observación, el análisis, métodos de trabajo y nuevas técnicas utilizando las mejores estrategias nos llevarán a conocer, identificar y definir los riesgos inherentes en el proceso de extracción de líquido LGN en la Planta Lama Proceso; instalación que pertenece al Complejo Lama. Es de esta manera como podremos visualizar rápidamente los riesgos que posteriormente serán validados y evaluados de acuerdo a las Normativas Venezolana COVENIN, aunado a este proceso se cumplirán con los objetivos específicos planteados donde se culminará con la Elaboración del Mapa de Riesgo de la mencionada instalación.

Por otra parte después de haber identificado los riesgos, donde definimos los mismos como problema existente en la instalación y considerando los valores obtenidos en las diferentes mediciones efectuadas, los Mapas de Riesgos serán desarrollados siguiendo la metodología descrita y la técnica conocida para la demarcación de las áreas de exposición durante la jornada laboral del personal asignado en la planta. Cabe destacar que con los Mapas de Riesgos todas las personas lo tendrán como herramienta primordial para ejecutar de una manera fácil y sencilla los análisis futuros de riesgo que intervendrán en las actividades del día a día.

4.2.- METODO DE INVESTIGACIÓN.

Este primer paso se contempló la selección de la planta perteneciente a la gerencia de procedencia de la Unidad de Plantas de Compresión de Gas y Extracción de Líquidos LGN, aunado a este paso se procedió a la obtención de un plano de la instalación con su diagrama de proceso, con lo que se formará una idea preliminar para la planificación del trabajo a ejecutar a nivel de los factores de riesgos a evaluar, así como también sobre el tipo de operación realizada, mediante una evaluación inicial a la planta. A este nivel se pueden identificar los riesgos mas relevantes y efectuar una jerarquización de los mismos para su posterior detalle en el estudio que se llevará a cabo. A continuación se describe con

más detalle la metodología a ejecutarse para el estudio, análisis y elaboración de los Mapas de Riesgos.

4.3.- METODOLOGÍA PLANTEADA

Para elaborar el Mapa de Riesgos de la Planta Lama Proceso LGN, se cumplirán con los siguientes pasos de acuerdo al desarrollo de un proyecto factible:

4.3.1.- Fase preliminar

- Selección y limitación de las áreas de la Planta.
En este paso se seleccionara el área la Planta y se describirá su proceso para poder así visualizar, identificar y definir los riesgos inherentes en las operaciones de la instalación.

- Recopilación de la información.
En esta fase se cubrirá la recopilación de la documentación para su revisión histórica, la operación de la Planta, los datos por parte del personal asignado y revisión de todos los planos y procedimientos existentes

4.3.2.- Fase intermedia

- Identificación de los riesgos.
Se efectuará la localización de todos los elementos de riesgos que están involucrados en el proceso. Entre los métodos que se utilizaran para obtener la información se emplearan los siguientes:
 - a) Observación: Este método se aplicara de forma directa para visualizar los riesgos presentes en el proceso según sean los casos como físico, químico, biológico y / o ergonómico; clasificándolos por su nivel de severidad y de estar presentes los efectos que pudiesen causar lesiones o enfermedades al personal.
 - b) Entrevistas: Se efectuaran sesiones de entrevistas donde consistirá en la recaudación de la información por parte de todos los trabajadores basados en la relación directa de los riesgos laborales y las condiciones de trabajo.

c) Lista de verificación: Se construirá una lista donde se buscare comprobar los riesgos y verificarlos.

- **Evaluación de los Riesgos.**

Se realizará una valoración de los factores generadores de riesgos mediante la aplicación de mecanismos y técnicas se mencionan a continuación:

- a) Los códigos y normas que consisten en la confrontación de la situación real del proceso de la planta con los patrones de referencia tales como Guías Técnicas de PDVSA, Reglamentos y procedimientos, Normas Venezolanas COVENIN, Elementos GSP, LOCYMAT y otros.
- b) Serán considerados los criterios, conceptos y las decisiones referidas básicamente de las experiencias.

4.3.3.- Fase final

- **Elaboración del Mapa de Riesgos.**

Una vez recopilada toda la información a través de la identificación y evaluaciones de los factores generadores de riesgos localizados con los métodos mencionados se procederán a la Elaboración de los Mapas y posterior análisis para llegar a las conclusiones y recomendaciones para fortalecer el sistema de conformación geográfico apoyándonos con los Mapas de Riesgos elaborados.

4.4.- TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En esta fase se procedió a obtener la siguiente información:

- a) Revisión del manual de operación de la planta.
- b) Lecturas de planos originales de la instalación.
- c) Consulta con estudios históricos de trabajos similares al que se va a ejecutar.
- d) Recopilación de datos del personal que labora en la planta.
- e) Consulta de Guías y Procedimientos Operacionales de la planta
- f) Revisión de los planes de prevención existentes.
- g) Chequeo de los turnos de trabajo y tiempo de exposición.
- h) Recorrido de rutina en el área de campo.

4.5.- ENTREVISTAS PERSONALES OPERADORES Y MANTENEDORES

Para realizar las entrevistas se seleccionaron operadores y mantenedores al azar con diferente clasificación:

- a) Líder del Complejo Lama.
- b) Supervisor de Guardia.
- c) Capataz Panelista de Primera.
- d) Capataces y Operadores de Primera, Segunda y Tercera.

Estas entrevistas breves tienen la finalidad de obtener la información sobre los riesgos a los que están expuesto las personas que se exponen a diario durante su estudio en la instalación así como de sus condiciones de trabajo, datos históricos de enfermedades, riesgos por zona de trabajo, niveles de exposición preliminares, tendencias, participación y/o identificación del trabajador entre otros aspectos.

4.6.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

En la fase intermedia se identificaron los riesgos asociados al proceso, con una jerarquización de los mismos debido a la posible lesión o enfermedad y daño que pudiese ocurrirles a los trabajadores asignados en esta planta. Con la aplicación del metodología anteriormente descrita se obtuvo la información concerniente de los posibles riesgos presentes en la instalación, estos fueron: Ruido, Vibración, Iluminación, Estrés Calórico, Radiaciones no Ionizantes y sustancias y contaminantes tóxicos.

Aunque se detectaron otros riesgos como: presión, gas, productos, caídas etc, pero no fueron considerados para la evaluación por ser de menor proporción en relación a los demás riesgos identificados. Sin embargo se mencionaron para conocimiento y cultura general en caso de tener la oportunidad de profundizar o bien desarrollar otro proyecto paralelo a este y manejarlo como plataforma de avance a posteriores estudios de riesgos.

4.7.- EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ⁽⁷⁾

Una vez elaborado el reconocimiento e identificación de los riesgos presentes en la planta, con la evaluación de los mismos permitirá emitir un juicio acerca del nivel de peligro para la salud del personal que se expone a los mismos.

Para esta etapa apoyado de las Normas Venezolanas se estructuró el procedimiento con una metodología de trabajo a utilizar para la cuantificación y calificación de los factores generadores de riesgos, utilizando las siguientes herramientas:

- a) Normas Venezolanas COVENIN. Con estas normas se obtuvieron los procedimientos generales recomendados para la evaluación de los riesgos, características de los equipos e instrumentos, condiciones para la toma de muestras o datos y los cálculos y expresión de los resultados.

- b) Criterios por experiencia: son las decisiones que se tomaron basadas en la ambiente global de trabajo. Es importante mencionar que existieron criterios de tipo estratégico suscitados sobre el ensayo mismo.

Por consiguiente, la evaluación de los riesgos se enmarcarán básicamente en dos aspectos importantes como son:

- La determinación de la magnitud del riesgo.
- La interpretación de los resultados a objeto de establecer comparaciones con la Normativa Venezolana en materia de Higiene Industrial.

4.8.- EVALUACION DE HIGIENE INDUSTRIAL ⁽⁷⁾

El termino Evaluación, se entiende como el proceso mediante el cual se determina el nivel o intensidad de los riesgos, a través de la utilización de procedimientos y equipos de medición específico y con base en criterios o normas existentes.

Lo anteriormente expuesto se refiere a efectuar mediciones en los diferentes niveles o concentraciones que se consideran seguros. Existen numerosas técnicas para la medición de peligros físicos como: ruido, vibración, iluminación, calor, radiaciones ionizantes y en nuestro caso radiación no ionizante, etc.

Igualmente los agentes químicos se evalúan mediante diferentes técnicas de muestreo y posterior análisis en el laboratorio, o por medio de instrumentos específicos que miden directamente las concentraciones de gas o vapores en el sitio de trabajo. En el caso de partículas en suspensión, se requiere la captura de la muestra en medios filtrantes, utilizando sistemas de succión o de bombeo que requiere una rigurosa calibración previa.

Es importante esta fase de conocimiento debido de la naturaleza de los tóxicos en las diferentes sustancias y distinción, además los efectos de toxicidad aguda y crónica que esta posee.

Propósito de la evaluación:- Algunos de los propósitos en la evaluación de riesgos son los siguientes:

- Reconocimiento del Peligro: El reconocimiento sistemático de todos los peligros requiere el inventario de los materiales que se manejan en el sitio de trabajo, descripción de los procesos de producción y la identificación de toda nueva sustancia. Para completar la medición de la misma y antes de evaluar la exposición, se debe hacer un reconocimiento del peligro por medición de la sustancia, pero éste debe hacer en el área y no en la personal.
- Evaluación de la exposición: La razón más común para medir la exposición del trabajador a un material tóxico es la de evaluar la importancia que tiene la misma para la salud. Dichas evaluaciones usualmente se hacen mediante la comparación de los resultados con algunos niveles de referencia denominados TLV's (Norma Venezolana COVENIN 2253:1985)⁽¹⁴⁾, los cuales representan niveles de seguridad por debajo de los que se piensa que casi todos los trabajadores pueden estar expuesto, día a día, sin mostrar efectos adversos.
- Efectividad de los controles: Cuando se hace cambios en equipos o procesos que afecten el escape de sustancias que contribuyen a la exposición del trabajador, es necesario efectuar mediciones antes y después, para determinar la efectividad de la medida de control. Desafortunadamente la situación no es tan simple, porque a la exposición generalmente contribuyen una serie de factores que afectan al trabajador en su recorrido diario por la planta.
- Investigación de métodos: El desarrollo de estos métodos siempre parte de la hipótesis; es probable que el muestreo y análisis del método "A" produzca el mismo método "B". Si la hipótesis no puede ser rechazada en un experimento cuidadosamente diseñado y dentro de límites de errores estadísticos apropiados, entonces tenemos que concluir que los métodos "A" y "B" son equivalentes. La investigación de métodos de muestreo requiere de gran cantidad de mediciones.

- Investigación de enfermedades: Cuando un trabajador presenta un cuadro de una enfermedad profesional que se confirma por medio de análisis biológico, es necesario que el Higienista Industrial determine la causa de la sobre – exposición.
- Requerimiento legales: El objetivo de la Ley Orgánica Penal, Control y Medio Ambiente de Trabajo, es el de garantizar a los trabajadores condiciones de seguridad, salud y bienestar en un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales. De aquí se desprende la necesidad de efectuar la evaluación del ambiente de trabajo para determinar si se están violando o excediendo los límites de exposición.

4.9.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR RUIDO ⁽⁴⁾

1.-Condiciones Generales.

- Para realizar una determinación de las condiciones sonoras en lugares de trabajo se recomiendan mediciones de nivel de ruido en dB. Si se van a tomar acciones para controlar el ruido se recomienda el análisis con octavas de bandas.
- Determinar el equipo adecuado, situaciones que se desean evaluar, número de puntos de medición, levantar cuadrícula estandarizando la las medidas de distancia a ubicar losa puntos de medida.

2.-Condiciones para tomar las mediciones de ruido.

- No deben existir obstáculos cerca o alrededor del área del micrófono que puedan influir en el resultado de la medición (el sonómetro deberá ubicarse como mínimo a una distancia 1.20 m de las paredes)
- Colocar un protector de viento si éste causa interferencia en el micrófono si es necesario.
- Identificar las fuentes y características del ruido.
- Tomar un punto inicial de referencia para considerar después con los valores el ploteo de la curva isosónica y limitar el área de exposición del riesgo.

2.-Procedimiento de medición de niveles de ruido apoyado en la normativa mencionada.

- Verificar que las baterías d el sonómetro y del calibrador estén en condiciones adecuadas de uso.
- Poner en funcionamiento el sonómetro y esperar que se estabilice el indicador.
- Calibrar el sonómetro según el fabricante.
- Colocar el sonómetro a una altura de 1,2 a 1,5 m sobre el nivel del suelo y mantener el equipo a una distancia prudencial de la persona que hace la medición. (Ver Mapa de Ruido) seguido de la Figura N° 4.1

4.10.- EVALUACIÓN DE RUIDO

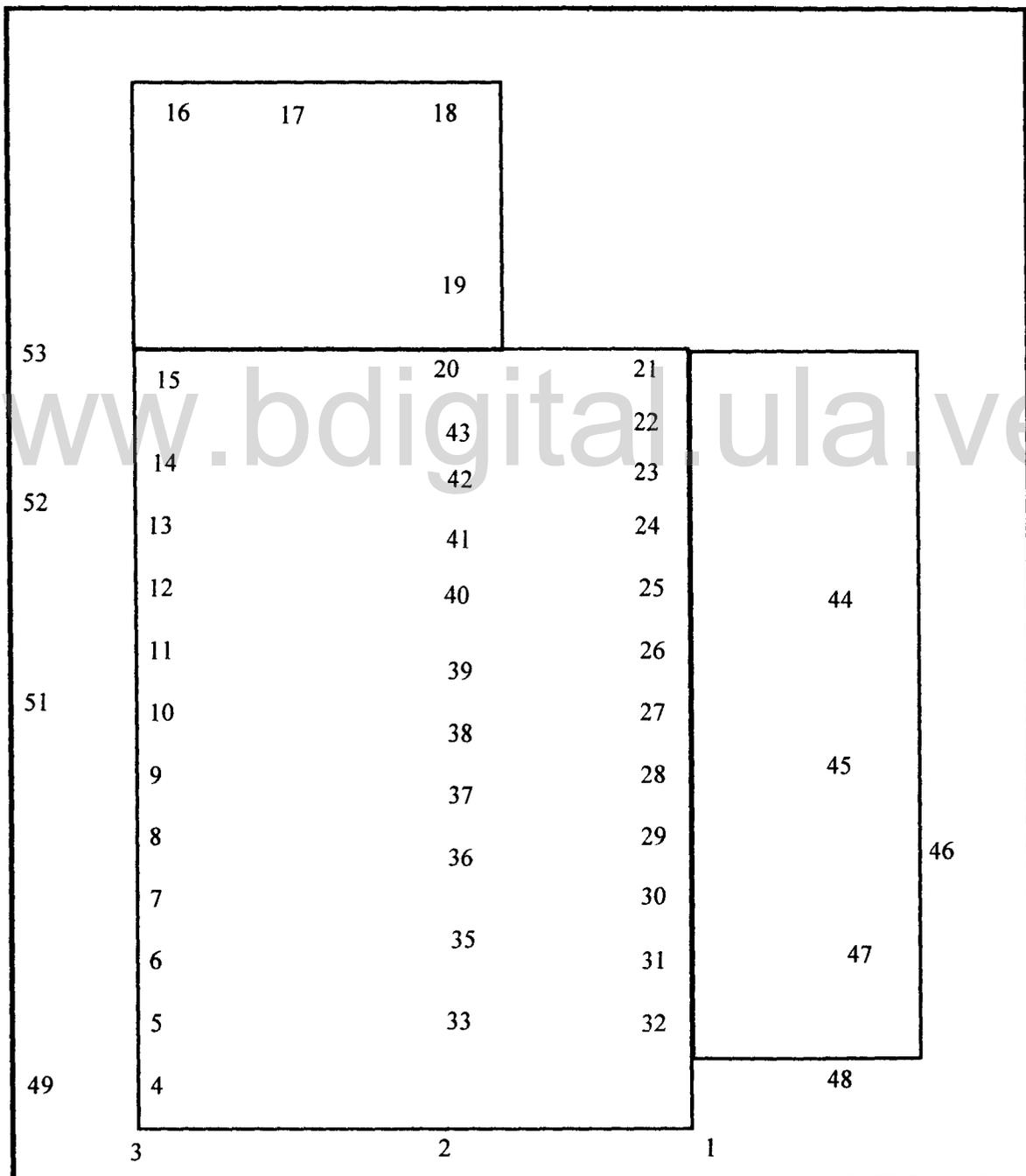
El ruido es uno de los agentes que se encuentra presente en casi toda la instalación de la planta, identificando los niveles más altos en las áreas donde los puntos N° 2 ubicado cerca del turbocompresor “C-2”, en el punto N° 4 área de los compresores de aire de instrumento y servicio “PK-2 y PK-5” respectivamente, el punto N° 6 se encuentran los enfriadores de gas FANN – cooler “E-5 y E-6” respectivamente, en los puntos N° 7 / 8 / 9 / 10 / 11 se encuentran los turbo expansores “C-3 y C-4” limitando con los equipos antes mencionados Fann – Cooler. (ver figura N° 3 Identificación de puntos de medición)

En los puntos mencionados anteriormente los niveles están por encima de 90 dB, con un máximo de 100 dB medidos aproximadamente y por los puntos N° 21 al N° 39 áreas compartidas con los equipos motrices, bombas, expansores y recompresor, sumando la fricción generada por el pase del gas con un volumen de 80 MMPCSD promedio aproximado de manejo de gas para la extracción de LGN. Para el momento del estudio las presiones del trabajo oscilaban entre 1750 psig a 900 psig y 500 psig, respectivamente en cada fase del proceso donde los mismos contribuyen a que los niveles de ruido alcancen 100 db, los cuales superan lo mínimo exigido por la Norma Venezolana COVENIN 1565:1995 “Ruido Ocupacional”⁽⁴⁾, basándonos en los criterios antes expuesto y seguido de su normativa partimos que se considera que toda el área de proceso supera “LOS LIMITES PERMITIDOS POR RUIDO”. (Ver Tablas 12 y 12.1 respectivamente con los valores medidos en la planta).

Por lo tanto toda el área de proceso será demarcada gráficamente con líneas isosónicas limitando el nivel de los 85 dB permitido y el área que se requiere proteger también será bajo la señalización de la simbología aprobadas por la Normativas Venezolanas COVENIN 1054:1977⁽¹⁵⁾ con su clasificación de colores bajo la normativa COVENIN 187:1981⁽¹⁶⁾ y

revisada en 1999 – 2000. También es necesario mencionar que no se observó una marcada deficiencia auditiva en los operarios y trabajadores asignado a esta instalación, por supuesto esto se demostró al sostener conversaciones en tono moderado en la sala de control principal y además no han existido casos anteriores que revelaran pérdida auditiva total o parcial al personal asignado a la instalación.

FIGURA N° 4.1 ESQUEMÁTICO DE PUNTOS DEFINIDOS PARA MEDICIONES DE RUIDO EN LA PLATAFORMA.



**MAPA DE RIESGO PLOT PLANT.
LAMA PROCESO.**

www.bdigital.ula.ve

4.11.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR VIBRACIÓN ⁽⁶⁾

1.-Condiciones Generales.

- Para realizar la medición de los niveles por vibración se decidió con el personal técnico de higiene a considerar las áreas donde se sintiera de una forma directa la presencia del agente vibrante seleccionando por contacto directo específicamente en los equipos mecánicos – rotativos.
- Se procedió posteriormente a medir el área para dividirla en tres (3) puntos medibles definidos en el punto N° 1 a una distancia de un (1) metro, en el punto N° 2 a una distancia de tres (3) metros y otro punto N° 3 con distancia de once (11) metros respectivamente.
- Para cada distancia se tomaron cuatro (4) tiempo entre un (1) minuto, tres (3) minutos, seis (6) minutos y doce minutos respectivamente.
- Se procedió a ejecutar los pasos descrito según la norma COVENIN 2255:1991 “Vibración Ocupacional”⁽⁶⁾ , usando el equipo medidor Bruel & Kjaer.
- Solo se encontró vibración medible en el área de las bombas de transferencia de producto LGN. Las misma limitando con el recompresor “C-2” y el sky de compresión de aire de instrumento y de servicio como también hacia los expansores “C-3” y “C-4” sucesivamente.
- Los valores medidos solo fueron en el eje “Z”, con la posición Pico, $L_{equivalente}$ Y % Exp. Sucesivamente. (ver Tabla N° 13 mediciones por vibraciones)

Únicamente se efectuó medición en el área de bombas las “P-1 A / B”.

4.11.1- Evaluación de Vibración.

La vibración es otro de los agentes de riesgo presente en la instalación, donde la fuente identificada como generadora de vibración tiene su punto de origen en el área de bombas de transferencia de condensado “P-1 A / B”, estas se encargan de enviar el producto LGN hacia la planta receptora Refinería Bajo Grande. Hay que mencionar que para esta evaluación se considero el modo de contacto definida en el grupo como vibraciones globales, ya que las transmisiones de vibraciones al cuerpo y sus efectos sobre el mismo son muy dependientes de la postura y no todos los individuos presentan la misma sensibilidad y en consecuencia la exposición a vibraciones pueden no tener las mismas consecuencias en todas las situaciones.

La evaluación para este riesgo se midió obteniendo poca información, ya que solo se localizó este efecto en un área limitada que podríamos encerrarla entre los puntos N° 32 / N° 9 / N° 40 / N° 28, puntos referenciados de la caracterización del riesgo ruido, es bueno mencionar que estos puntos incluyen el área de las bombas de transferencia de producto LGN, recompresor “C-2” y desde este ultimo hasta el paquete de compresores de aire de instrumento y servicio. Es importante mencionar que toda la medición se concreto con la selección del eje “Z” pies a cabeza. (Ver Figura N° 4.1 puntos de medición)

La zona crítica de sensibilidad humana para vibración longitudinal es la comprendida entre 3-8 Hz, y para la vibración transversal, aquellas menor de 2 Hz, por lo que estas frecuencias serán el centro del enfoque en el análisis de toda exposición.

4.12.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR LA ILUMINACIÓN ⁽⁸⁾

1.-Condiciones Generales partiendo de las rutas y actividades del operador.

- Para proceder a la evaluación de la luminancia en la instalación se coordinó con los operarios las rutas y sitios donde el operador realiza sus actividades con mayor prioridad incluyendo las inspecciones, chequeos y elaboración de hoja de reporte de los parámetros operacionales del proceso.
- De acuerdo a los puntos de referencia descrito e identificado en la Figura N° 4.1 relacionando los puntos en el Mapa de Iluminación, se integraron dichos puntos con la ruta que ejecuta el operador durante su jornada laboral.
- Se consideraron los puntos de atención de mayor importancia como panel de control local del “C-2”, panel local de los compresores de aire “PK-2 y PK-3”, panel local de los expansores del “C3 y C-4”, recompresor “C-1”, panel de cromatografía, área de bombas de transferencia de condensado “P-1 A / B”, sistema de aceite caliente, área de gas de entrada y filtros incluyendo los pasillos de acceso al área del proceso.
- Se procedió a la logística para efectuar dichas mediciones en horas nocturnas. Cabe destacar que se tomo el horario nocturnos para determinar con la mayor efectividad los niveles de iluminación en la plataforma.
- Estas mediciones se efectuaron en el plano vertical a nivel del instrumento y en piso de la plataforma.

- Se determina el procedimiento simplificado de medición según norma COVENIN 2249:1993.⁽⁸⁾

Se considerara el resultado de iluminancia obtenido con los valores correspondientes (Tabla N° 3), emitidas por la norma COVENIN 2249:1993 ⁽⁸⁾ , para cada lugar o área descrita, con el objetivo de definir y conocer la exactitud, deficiencias o exceso de luminancia y efectuar comparación en Tablas N° 14 luminarias del “UCR” y Tabla N° 15 luminarias del área de proceso LGN, con estos valores obtenidos en las mediciones y emitir posterior diagnostico de acuerdo a lo referido en la Norma COVENIN.

A continuación se muestran las respectivas tablas N° 14 y 15 de los valores obtenidos en campo con el instrumento recomendado bajo norma.

4.12.1- Evaluación de Iluminación.⁽⁸⁾

En la iluminación fue considerado con mayor atención por los operadores y mantenedores de la planta, Ellos plantearon la influencia que ejercía la enorme ineficiencia de este sistema en las horas nocturnas en determinadas áreas para su recorrido por la instalación y en otras oportunidades en el desarrollo de las actividades de mantenimiento que eran impredecibles a ejecutar en esas horas nocturnas, esta situación los obligaba al uso continua de equipos de iluminación auxiliar para apoyarse en sus rutinas de trabajo de inspección y chequeo de los diferentes sistemas e instrumentos como también la ejecución de las posibles fallas presentadas.

Esta baja iluminación mantiene al operador expuesto en gran parte de su horario nocturno al riesgo por luminancia y esto traería como consecuencia la ocurrencia de accidentes inevitables como tropiezos, caídas, resbalones, errores en las lecturas / medidas y chequeos de los niveles reales del proceso.

Esta situación de deficiencia de luminancia se presenta en casi la totalidad de la plataforma de Lama LGN, incluyendo el cuarto de control “UCR” del operador de campo que permanece durante su jornada ejerciendo sus operaciones desde ese modulo. Es importante mencionar que la evaluación de estas plataforma en referencia a la iluminación deja visto algunos peligros ocultos por esta situación ya que los resultados que arrojaron los niveles de LUX fueron muy bajos y en algunas áreas podríamos decir que nula.

4.13.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR ESTRÉS CALÓRICO ⁽⁹⁾

1.-Condiciones Generales partiendo de la identificación de temperaturas extremas > 28 grados centígrados bajo sombra. Para proceder a la evaluación de la temperatura que para este caso son superiores a 28 grados centígrados y asumiendo que no se posee ningún tipo de ventilación ni extracción de aire, mencionando también que en las dos entradas que posee el modulo se encuentran ubicados dos (2) transformadores a una distancia de un (1) metro aproximadamente de la entrada y que los ventiladores de extracción se encontraron en condición de falla se procedió a realizar las mediciones pertinentes.

Estas mediciones se realizaron apoyándonos en los pasos descritos bajo la norma COVENIN 2254:1995 ⁽⁹⁾, y aunado también que la instalación se encuentra ubicada en el centro del Lago de Maracaibo por lo que hace el ambiente muy fresco o muy cálido. De acuerdo a lo planteado y conociendo los efectos que ocasionan la exposición de temperaturas altas, entonces procedimos a realizar las mediciones de la forma siguiente.

- Se acordó con el personal de mantenimiento a que instalara un termómetro local para medir la temperatura de forma continua.
- Se coordinó con el personal de operaciones para observar el comportamiento de la temperatura en los tres turnos, con el objetivo de visualizar las lecturas en las horas más críticas como nocturna y las diurnas.
- Se procedió a instalar el equipo de medición de estrés calórico, apagado bajo la incidencia de los rayos solares por un tiempo de 10 minutos (tiempo para la absorción de calor radiante por el sensor de globo).
- Luego se activo el equipo y se procedió a tomar las medidas correspondientes de *t_{bh}*, *t_g*, *t_a*, WBGT indoor, WBGT outdoor y WBGT cust.
- Al cabo de 10 minutos de exposición al sol, se mojó el sensor de temperatura de bulbo húmedo (*t_{bh}*) con agua destilada y se procedió a encender el equipo. Estos valores son mostrados en la Tabla N° 16 (Ver foto N° 4 de equipo de medición de temperatura)

4.13.1- Evaluación de Estrés Calórico

En la evaluación de los valores que definen el ambiente térmico se procedió a realizar el estudio en el modulo de la subestación eléctrica, se considero esta área por la necesidad de las personas que realizan actividades de mantenimiento, ya que los operadores solo asisten

a ese lugar si solo si., tienen que efectuar alguna operación, por lo contrario no accesan al sitio. Mientras que el personal de mantenimiento tiene que dedicarle una mayor permanencia, ya que su tiempo de duración en mantenimiento es acorde a la magnitud del trabajo planificado.

Es importante mencionar que se considero también identificar temperatura en el área de hornos, no obstante la medición en el área de hornos por registrar lecturas de temperaturas externas iguales a las del medio ambiente, por tal motivo no se estructuro una tablas de valores, pero sin embargo, se hizo hincapié por tener quemadores encendidos las 24 horas del día.

Es de notar básicamente que los operadores y mantenedores intercambian de acuerdo a su propio metabolismo las horas y minutos de descanso necesarias para su jornadas laboral motivado a la generación del estrés calórico condición que produce diferentes síntomas en el organismo y tienden a desaparecer con descanso en ambiente fresco.

4.13.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR Y MEDIR RADIACIÓN NO IONIZANTE ⁽¹¹⁾

1.-Condiciones Generales en el procedimiento de evaluación.

Partiendo de la identificación y selección de las fuentes que originan emisiones de radiación no ionizante como en la sala de control auxiliar “UCR”, en esta sala se encontraron los monitores video de campo (monitor “A” y monitor “B”), en estos equipos se consideraron dos distancias una de 30 centímetros y otra de 60 centímetros. La otra área tomada fue la subestación eléctrica en su entrada, transformadores de 4160 a 480, cubículo de la subestación eléctrica y se le sumo el puente de acceso a la subestación y modulo de calidad de vida.

Estas mediciones se realizaron también apoyándonos en los pasos descritos bajo la norma COVENIN 2238:1995. RADIACIONES NO IONIZANTES LIMITES DE EXPOSICIÓN MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL⁽¹¹⁾. De acuerdo a lo planteado y conociendo los efectos que ocasionan las emisiones de radiación no ionizante, entonces procedimos a realizar las mediciones de la forma siguiente.

- Se coordinó con el personal de operaciones y los técnicos de higiene para medir primero las emisiones de los video terminales o monitores de video.
- Se procedió a medir las emisiones electromagnéticas de los equipos existentes en la sala (monitor “A” y monitor “B”), respectivamente en presencia del operador de campo.
- El instrumento de medición fue usado según los pasos que describe la norma COVENIN 2238:1995⁽¹¹⁾ y metodología de evaluación en estos casos.
- En la medición se consideró el campo eléctrico ($E = V / m$) y campo magnético ($H = mA / m$). Respectivamente en las distancias mencionadas.
- Posteriormente se cambió de equipo de medición H- 3603 de video terminales, al equipo H-3604 de intensidad campo eléctrico y magnéticos.
- Se procedió a efectuar las mediciones en puente de acceso a subestación y módulo de calidad de vida en esta área se encuentran las bandejas de los cableados de 4160 kilovatios de 480 kilovatios que vienen de la planta de generación eléctrica hacia los transformadores y se dirigen a alimentar la Planta Lama LGN.
- Luego se tomó lectura a la entrada de la subestación eléctrica, a los transformadores de 4160 kilovatios a 480 kilovatios y al cubículo de la subestación.
- Es importante destacar que para ambas mediciones se realizó de acuerdo a la norma COVENIN 2238:1995.⁽¹¹⁾
- Con las lecturas obtenidas en las diferentes mediciones se registraron los valores en la Tabla N° 17, con los valores de los video terminales y otra Tabla N° 18, con los valores de campo eléctrico y magnético donde se podrán comparar a través de la Norma, si estos se encuentran dentro del límite permitido o se están excediendo estas condiciones de exposición.

4.14.1.- Evaluación de Radiación No Ionizante.

En la evaluación de radiación no ionizante en Planta Lama LGN específicamente en el área de la sala de control auxiliar “UCR”, en la plataforma de la subestación eléctrica con sus respectivos transformadores y pasillos que comunican con la subestación hacia la plataforma de Lama LGN, límite con el “UCR”, fueron dirigidas las mediciones referentes a los campos electromagnéticos generados por la transmisión de energía eléctrica a 50 / 60 hertz y de líneas de distribución y sus transformadores de electricidad como también las mediciones de las emisiones electromagnéticas producidas por terminales de video (VDT),

monitores de computadores y otros equipos con emisiones electromagnéticas. En las foto ubicadas en el anexo con las descripciones numérica siguientes: N° 5.a , N° 5.b , N° 6.a y N° 6.b, observaremos la exposición electromagnética del individuo y comportamiento de las emisiones tanto de las fuente de electricidad como las fuentes de video – terminales y computadoras existentes en planta.

En estas mediciones se considero muy claro el uso de los instrumento que se requerían para cada escenario de emisiones electromagnética. Es por ello que el uso de los equipos como el H-3603 y el H-3604 los cuales están diseñados para proporcionar a ingenieros y personal de higiene y seguridad industrial una herramienta sofisticada para la investigación precisa de ambientes eléctricos de poder de frecuencia.

Para fines prácticos se tomaron como principios básicos los límites entre radiación ionizante y no ionizante una longitud de onda de 100 nm. (12,4). De acuerdo con este criterio y para fines de salud ocupacional se comienzan a llamar RNI a todas aquellas radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda se extiende desde los 100 nm, hasta un Gm, como se muestra en la Tablas N° 7 y 8 las de campo electromagnético de transmisión y potencia con limitaciones de exposición y la Tablas N° 9 y 10 con campo electromagnéticos de radiofrecuencia limite de exposición.

4.15.- COMO SE PROCEDIO A EVALUAR, MEDIR LOS PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS CONTAMINANTES ⁽¹⁴⁾

Realmente con estos productos u sustancias se procedió a evaluarlos de la manera mas fácil y segura como:

- Se reunió con el personal a cargo de comprar estos productos como el que se encarga de manipularlo.
- Se le exigió al líder de la instalación la documentación de los productos existentes y de uso en la instalación.
- Se verificó conjuntamente con el personal de operaciones y mantenimiento de los productos y sustancias existentes en la planta y se valido con la documentación.
- Estos documentos están soportados y avalados con los respectivos reportes técnicos y MSD existentes en la planta bajo la vigilancia del GSP – ISO.9000.
- Se aseguró que estos productos se encontraran en lugar definido y con su identificación por tipo y clasificado.

- El líder de la instalación, notificó que se encontraba en desarrollo un proyecto para mejorar y adaptar con mayor rigidez el almacenamiento y manejo de estos productos y sustancias contaminantes, por lo pronto reposan en un lugar provisional seguro. Pero su manipulación y uso esta vigilado bajo procedimientos operacionales y análisis de trabajo seguro.

Es cierto que esta información se encuentra actualmente en la planta, razón por la cual los trabajadores tienen pleno conocimiento sobre las medidas de protección y prevención para minimizar los riesgos, evitando así cualquier posible accidente en caso de inhalación o contacto con productos químicos tóxicos nocivos para la salud, además existen riesgos potenciales de contraer una enfermedad profesional por la exposición repetida durante cierto período de tiempo, esto trae como consecuencia lesiones al organismo humano.

El almacenamiento de las pipas de productos químicos y lubricantes están ubicados detrás de la plataforma de proceso al sur de la del área de proceso, donde las condiciones de almacenamiento no son las mas adecuadas ya que se encuentran a la intemperie .

De igual manera, el transporte de algunos productos químicos y la manipulación de los mismos, son de altísimo riesgo, ya que no existen procedimientos seguros de manejo y transporte. De acuerdo a lo planteado, se puede observar que en la instalación existe un riesgo potencial de accidente, debido a la inexistencia de facilidad y apoyo en condiciones adecuadas y seguras para la manipulación de carga y descarga de estos productos y su almacenamiento en un sitio adecuado.

4.15.1.- Evaluación y Medición por Sustancias y Contaminantes Químicos.

En cada turno de trabajo los operadores realizan actividades de inspección de instrumentos y equipos, así como la de alimentación de aceite o químicos en algunos equipos para la operación eficiente de los mismos y la continuidad operacional de la planta.

Líquidos y Sólidos.- Los productos químicos utilizados en esta planta, en general se pueden clasificar en líquidos y sólidos, en las Tablas N° 19 y 20 respectivamente, se muestra el listado de todos los productos; adicionalmente se utilizan otros productos químicos como desengrasantes, anti-refrigerantes que sirven como aditivos para la continuidad del proceso de extracción de liquido LGN.

En este último proceso el análisis se realiza en los laboratorios de la Refinería, el cual pertenece a la Planta de Bajo Grande, el listado de los productos existentes en planta y que están involucrados en las operaciones se puede observar en la Tabla N° 19.

El manejo de todos los productos químicos y tóxicos son utilizados en la planta con mucha precaución, estas manipulaciones las realizan con los equipos de seguridad respectivo, exceptuando algunos casos en que los operadores solo usan guantes de carmaza o cuero.

El suministro de los equipos de protección personal se realiza a través de una requisición por parte del operador al depósito de materiales, que se encuentra en el módulo de supervisores de la instalación.

Mediante la inspección realizada a esta instalación y una entrevista a los operadores y supervisores como al líder del Complejo Lama, se pudo constatar que los equipos de protección existentes para los trabajadores de la planta son:

- Guantes de carmaza o cuero.
- Tapones de oído plásticos de tipo estándar.
- Mascarilla para polvos.
- Lentes plásticos protectores contra salpicaduras o virutas.
- Máscara de soldar y traje dieléctrico.
- Arnés de protección.
- Zapatos de seguridad para la exposición de químicos.
- Delantal y guantes resistentes a químicos.
- Camisetas para material fibra de vidrio en caso de su uso.

Además, en la sala de control "UCR", se tiene un gabinete con un estuche de primeros auxilios con cuatro (4) equipos de respiración auto contenidos, y uno (1) de ellos en el módulo ubicado en la oficina del líder de planta.

Es de resaltar que en estos momentos se está instalando y acondicionando una sala de primeros auxilios con atención médica las 24 horas. Por otra parte, la mayoría de los trabajadores conoce la información de los productos químicos que manejan, y por lo tanto

tienen el conocimiento de las propiedades físicas, químicas, explosivas, reactivas y de inflamación de cada producto, así como también conocen los riesgos intrínsecos en estos productos y sustancias químicas.

Esto trae como consecuencia que los trabajadores exijan sus implementos cada vez que les toca manipular y estar expuestos a estas sustancias o productos químicos existentes en la instalación para lograr la continuidad de sus operaciones.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 5

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO

CAPITULO 5

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DIAGNOSTICO.

5.1.- ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN RUIDO.

Los resultados de las mediciones de ruido obtenidos y mostrados en las Tablas N° 12 y N° 12.1, dichas Tablas se muestran los valores medidos de acuerdo a los puntos identificados y demarcados en la Figura N° 4, donde los podemos visualizar en una distribución en columna y numeración creciente desde el punto N° 01 hasta el N° 53. Los mismos puntos se identificaron en el plano bajo el nombre de Mapa de Riesgo Ruido visto seguidamente de las Tablas 12.1 y 12.2.

De acuerdo a las lecturas registradas en las Tablas en mención se observan fluctuaciones \pm entre 1 - 5 dB). Los mismos se ven claramente que los valores están en el rango desde 78, 8 dB hasta 100.4 dB, por lo que se debe considerar que el tipo de ruido es continuo en las diferentes áreas del proceso de la planta y comparar estos resultados con la Tabla N° 1 de acuerdo a la Norma COVENIN 1565:1995 ⁽⁴⁾, vemos que se excede en la condición de trabajo en la jornada continua de 8 horas. Específicamente los niveles en el área de proceso se encuentran por encima de los 85 dB y es por esta razón que todo trabajador que accese al área de proceso identificada por encima de los niveles establecidos por la norma de tiempo de exposición continuo de 8 horas deberá utilizar protectores auditivos.

Podemos mencionar una vez observado, comparado y analizado los valores con los mostrados en la Tabla N° 1 descrito por la Norma COVENIN 1565:1995 ⁽⁴⁾, reflejamos en el Mapa Elaborado con el Riesgo Ruido, a través de la construcción de la curva isosónica se identifica el límite de la zona de exposición, la misma de acuerdo a los valores recolectado e interpretado alerta que toda persona que accese al área de proceso de la planta estará sometida al riesgo ruido entre los valores 85 dB y 100.4 dB, valores que superan el límite sugerido por la Norma de Ruido Ocupacional ⁽⁴⁾.

Por lo tanto se tendrán que tomar medidas correspondiente para establecer un control, eliminación y / o minimización del riesgo. Es necesario señalar que a partir de esta

información quede Elaborado el Mapa de Riesgos con el agente ruido identificándolo con la curva isosónica y la simbología de acuerdo a las Normas Venezolanas COVENIN, demarcación que estará tanto en los Mapas de tipo tradicional como el virtual y también será aplicado en la instalación bajo las Normas COVENIN de señalización 187:1981⁽¹⁶⁾.
(Ver Mapa de Riesgo Ruido) vs (Tablas 12.1 y 12.2)

**TABLA N° 12 MEDICIONES DE RUIDO
AREA DE PROCESO (PLATAFORMA)**

PUNTO	NIVEL DE RUIDO EN dB(A)		
	Min.	Max.	Leq.
1.	87.8	91.0	88.8
2.	91.3	93.8	91.8
3.	88.6	89.7	89.0
4.	91.7	94.1	93.3
5.	93.9	98.5	95.2
6.	92.9	95.4	93.6
7.	92.9	95.6	94.0
8.	92.2	94.1	93.0
9.	91.7	93.7	92.4
10.	90.9	94.1	92.5
11.	89.8	92.9	91.1
12.	87.8	89.1	87.9
13.	86.4	88.3	87.6
14.	87.5	88.8	88.1
15.	80.2	82.1	81.1
16.	78.4	80.3	79.8
17.	78.1	79.8	78.8
18.	83.5	87.4	84.2
19.	85.0	87.6	86.2
20.	87.6	91.0	88.8
21.	91.2	96.6	93.3
22.	91.6	94.8	92.6
23.	89.4	91.1	90.0
24.	92.9	94.7	93.5
25.	94.9	98.0	96.1
26.	97.4	100.3	98.9
27.	99.2	101.9	99.3
28.	96.3	98.2	97.3
29.	94.4	96.1	95.1
30.	93.7	96.4	94.1
31.	92.4	95.4	93.1
32.	95.3	97.2	95.7
33.	96.2	98.6	96.9
34.	95.6	97.0	96.2

**TABLA N° 12.1 MEDICIONES DE RUIDO
ÁREA DE PROCESO**

Continuación.

PUNTO	NIVEL DE RUIDO EN dB(A)		
	Min.	Max.	Leq.
35.	98.0	100.0	98.9
36.	99.7	102.4	100.4
37.	99.2	100.0	99.5
38.	95.9	98.6	96.9
39.	93.0	94.5	93.6
40.	89.4	92.3	90.6
41.	88.5	90.6	89.3
42.	87.4	89.3	88.3
43.	80.4	81.9	81.2
44.	93.7	93.0	92.8
45.	88.6	92.8	90.3
46.	89.7	91.6	90.5
47.	86.1	97.6	86.5
48.	86.9	88.6	87.8

NOTA:

- ENTRE LOS PUNTOS 5 Y 6 A 15, 50 METROS DEL LADO ESTE 85 dBA.
- ENTRE LOS PUNTOS 8 Y 9 A 15, 50 METROS DEL LADO ESTE 85 dBA.
- ENTRE LOS PUNTOS 10 Y 11 A 11, 35 METROS DEL LADO ESTE 85 dBA.
- ENTRE LOS PUNTOS 13 Y 14 A 11, 35 METROS DEL LADO ESTE 85 dBA.
- A 11, 35 METROS DEL PUNTO 15 DEL LADO ESTE 85 dBA.

Estos puntos fueron medidos considerando el extremo mas favorable a la lectura de 85 dBA. Con la finalidad de establecer un limite demarcado para el acceso hacia el área de proceso y encontrarse sometido a la exposición por Ruido según la norma COVENIN.

MAPA DE RIESGO RUIDO.

www.bdigital.ula.ve

5.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION POR VIBRACIÓN.

Los resultados de las mediciones por vibraciones obtenidos del área de las bombas de transferencia de producto LGN serán mostrados en la Tabla N° 13. Con estos valores podremos encontrar de acuerdo la Norma COVENIN 2255:1991 ⁽⁶⁾, los límites de exposición permisibles bajo el riesgo de vibración. Es importante mencionar que las lecturas obtenidas con el equipo medidor de vibración BRUEL & Kjaer se trabajo con unidades definidas como decibeles(dB).

Estas mediciones fueron tomadas con el equipo posición modo “Leq”, el cual permite tomar las lecturas de los niveles de vibración continua equivalente en dB y de cuerpo completo con un rango entre 1 – 80 Hz, ya que según la norma las vibraciones en rangos inferiores a 1 Hz y superiores a 80 Hz representan problemas especiales asociados con sintomatologías definidas como cinetosis.

Como fines prácticos se tomó el criterio según lo normado en COVENIN y registrado en la Figura N° 4, donde el criterio del “Límite de la eficiencia disminuida por fatiga”, el cual es un poco conservador que el “Límite de confort reducido” y menos estricto que el “Límite de confort reducido”. Podemos hacer mención que se realiza en base al límite que este por encima, entonces la exposición a la vibración pueden considerarse como un riesgo significativo de influencia en la eficiencia del trabajo y principalmente para aquellas actividades que por su tiempo y ejecución pueden perjudicar el desempeño y ocasionar daños severos al trabajador. Por consiguiente la forma de evaluar de cuerpo completo a valor máximo es tomar el valor eficaz de aceleración (RMS) y con la ayuda de la Figura N° 5.1, se corta con este valor la curva de frecuencia de límite por fatiga para cuerpo completo (para rango de frecuencias sensibles) y bajando se obtiene el límite de exposición permisible en horas, los valores medidos son mostrados en la Tabla N° 13.

Es necesario señalar que los efectos de acuerdo al tiempo de exposición, aplican para trabajos continuos, diarios y anuales. Esto quiere decir que la exposición experimentada fue sometida a comparación con la Tabla N° 13, donde los resultados obtenidos reflejaron que los valores se encuentran dentro del rango de aceptación según norma. A este resultado se llevo de la forma siguiente:

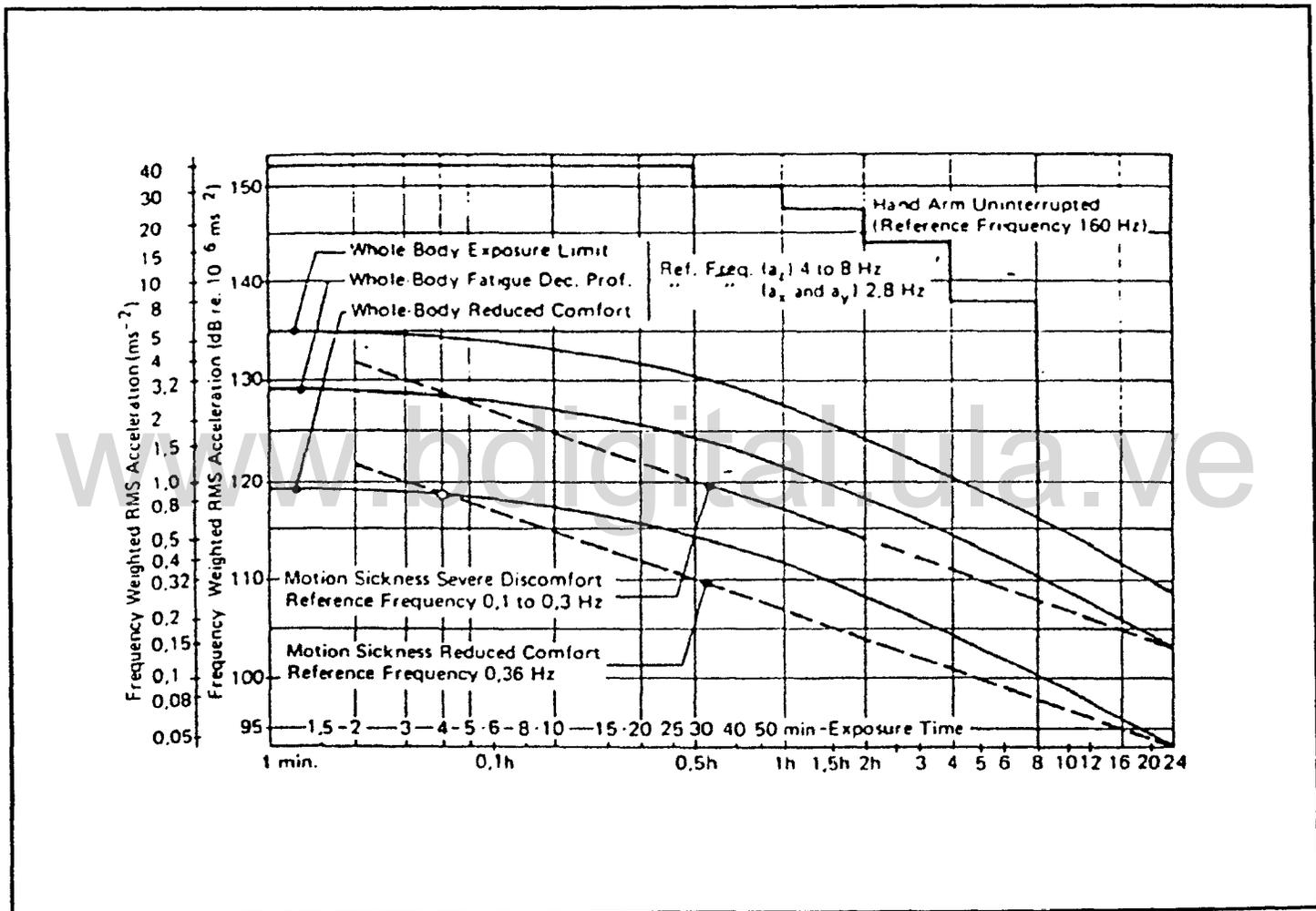
- Se tomo el valor “Leq” igual a 120 dB, medido, en el área seleccionada de acuerdo a la fuente de origen de vibración y considerando el valor promedio medido.
- Se traslado el valor promedio medido en la Figura N° 5.1, donde se proyecto cortando una primera curva “Límite de confort reducido”. Resultado, tiempo de exposición de 1,5 horas en la ejecución de trabajo continuo.
- Es importante destacar que con el mismo valor se proyecto en la Figura N° 4, cortando la curva que define el “Límite de confort reducido”. Resultado, tiempo de exposición de 4 horas en trabajo continuo.

Esto significa que la persona expuesta al primer tiempo de 1,5 horas estará sometida al riesgo, alcanzando una posible fatiga disminuyendo su eficiencia laboral; mientras que en el segundo tiempo se recomiendan hasta 4 horas continuas de labor, siendo este su límite de exposición, no debería excederse de lo recomendado (Ver Mapa de Riesgo por Vibración).

**TABLA N° 13 MEDICIONES POR VIBRACIONES
ÁREA DE PROCESOS (PLATAFORMA)**

AREA EVALUADA	NIVEL DE VIBRACION (Z)			
	TIEMPO	PICO	Leq.	% Exp.
PROCESO LGN, Área de Bomba del producto LGN, a 1 metro del lado Este de la Bomba P1-A.	1	123.0	120	125
	3	123.0	120	312
	6	123.5	120	620
	12	123.5	120	1240
PROCESO LGN, Área de Bomba del producto LGN, a 3 metros del lado Norte de la Bomba P1-A. (Recompresor C-2)	1	123.5	120	139
	3	123.5	120	315
	6	123.5	120	612
	12	124.0	120	1215
A 11 metros lado Norte de la Bomba P1-A (Entre Recompresor C-2 y Sky de Aire de Instrumento).	1	123.5	120	119
	3	123.5	120	309
	6	124.0	120	629
	12	124.0	120	1212

FIGURA N° 5.1 LÍMITE DE EXPOSICIÓN PERMISIBLE EN FUNCIÓN DE LAS FRECUENCIAS SENSIBLES Y ACELERACIÓN TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL ⁽⁶⁾



www.bdigital.ula.ve

**MAPA RIESGO VIBRACIÓN
LAMA PROCESO**

5.4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ILUMINACIÓN.

El análisis efectuado en las lecturas tomadas durante todo el procedimiento de medición en la instalación., se realizaron para el análisis las Tablas N° 14 y N° 15 , en la mismas Tablas se incluyen los valores de comparación según la Norma COVENIN 2249:1993 ⁽⁸⁾ .

En el diagnostico planteado tomando como referencia los valores de la Norma COVENIN 2249:1993 ⁽⁸⁾ y las mediciones se reflejan las deficiencias de iluminación en las áreas del proceso. Este sistema tiene la función de cubrir toda la instalación en condiciones de oscuridad o penumbra.

Es importante tener presente que las lecturas recopiladas son el resultado de los procedimiento de medición efectuado en las horas nocturnas, siendo esta situación la condición más critica del proceso.

Con este procedimiento se determinó que serian más efectivas las mediciones por luminancia y así estas arrojarían resultados mas eficientes para llegar al diagnostico final del Lux requerido en la instalación.

Los valores mostrados en las Tablas N° 14 y 15, permiten señalar que las zonas donde se acceso para evaluar y chequear el proceso presentan una marcada deficiencia de iluminación, este efecto se traduce en un alto riesgo para las personas que se expongan en condiciones de poca luz.

En la instalación se observaron 48 lámparas en la sala de control “UCR”, las cuales 16 de ellas se encontraron en falla, en la zona del proceso de extracción de liquido LGN se contabilizaron 220 lámparas instaladas, donde 72 de estas se encontraban en falla. Esta situación fue considerada conjuntamente con los resultados de las mediciones para el diagnostico del problema.

Lo que se determinó que el riesgo identificado por baja luminancia , se presenta en el turno nocturno por lo tanto trae como consecuencias que el personal esta expuesto a este riesgo en las horas nocturnas. (ver en anexo Mapa de Riesgos Iluminación)

**TABLA N° 15 MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN
ÁREA PROCESO**

ÁREA DE LA INSTALACIÓN	ESCALA (FOOTCANDLES)	LECTURA DE MEDICION (LUX)	SEGÚN NORMA 2254:1995 ⁽⁸⁾ LECTURA PERMISIBLE (LUX)	CONDICIONES DE LAMPARAS / STATUS
Zona del Sistema aceite caliente	Todas	0	300	F/S todas las del área.
Sistema de aire de servicio e instrumento PK-2 / PK-3.	(PK-2) - 3	10*10 = 100	300	De tres lámparas existentes en el área. Una (1) F/S.
	(PK-3) - 12	5*10 = 50	300	
Panel local del C-2. Área de la plataforma.	Área norte - 3	5*10 = 50	300	Lámparas a la altura del techo a una distancia 25 metros aproximados.
	Área+ sur - 3.	15*10 = 150	300	
Cabina del C-2	Todas.	0	200	Área del C-2 con oscuridad total.
Área de Bombas LGN. P-1A/B.	3	14*10 = 140	300	Lámparas a la altura del techo 25 metros.
Panel local del C-4.	Área norte sur - Todas.	0	300	Lámparas cercanas F/S. Iluminación a la altura del techo. Dist. Aprox. 25 metros.
Panel local del C-3.	Área este - 3	15*10 = 150	300	
	Área norte - 12	7*10 = 70	300	
		7,5*10 = 75	300	
		4,5*10 = 45	200	
16*10 = 160	200			
Pasillo central de la plataforma de proceso.	3	15*10 = 150	200	Iluminación deficiente.
Área de Proceso LGN	12	3,5*10 = 35	50	Iluminación deficiente.
Área del V-7	Todas	0	50	Iluminación deficiente Lámparas F/S
Panel local del C-1	3	10,5*10 = 105	300	Lamp. Ubic. Del techo 25 m. altura.
Área de Horno H-1 A	12	10*10 = 100	300	Mucha penumbra en el área.
Área de Horno H-2 A	Todas	0	300	Solo hay luces de emergencia
Área de Horno H-1 B	3	15*10 = 150	300	Penumbras o sombras por Estructuras vigas de la planta.

**TABLA N° 14 MEDICIONES DE ILUMINACION
PLATAFORMA LAMA LGN**

AREA EVALUADA	MEDIDAS	NORMA⁽⁸⁾ 2254:1995
<i>Unidad de Control Remoto</i>		
Escritorio	280	300
Panel control del C-2	400	300
Panel control Monitor A	310	300
Panel control Monitor B	75	300
Panel control Indicadores	200	300
Panel control Monitor Vibración del Compresor	110	300
<i>Panel control Monitor Vibración de la Turbina</i>	110	200
Panel control Monitor Vibración del C-4	210	200
Mesa del Lectura de plano	610	500
Monitor de Vibración del C-1	270	300
Cargador de Batería del C-2 Bomba Aceite	240	300
Cargador de Batería del C-4 de 125	220	300
Cargador de Batería del C-3 de 125	200	300
Rectificador 24 Voltios-BC	210	300
Panel Control Temp. Calentador de Gas del C-4	75	200
Panel Control Temp. Calentador de Gas del C-2	75	200
Panel Control Temp. Calentador de Gas del C-3	95	200

Nota:

Existen 16 Lámparas en falla de un total de 48, en la Unidad de Control Remoto y en el área de proceso se detectaron 72 lámparas en falla de 220 lámparas instaladas.

MAPA DE RIESGO ILUMINACIÓN

LAMA PROCESO

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

- La construcción del mapa de riesgos como instrumento de carácter informativo, ha permitido localizar y apreciar visualmente en el ámbito geográfico de la planta Lama Proceso LGN, los riesgos, su ubicación y la fuente generadora de los mismos. La metodología empleada permitirá el fácil control y seguimiento a través de programas de actualización y prevención, de acuerdo a los riesgos mas significativos.
- Este estudio permitió con su evaluación definir el área de exposición del riesgo ruido y a su vez demarcar con línea isosónica y como usar la simbología según la Norma 187: 1881⁽¹⁶⁾, aplicada en campo.
- En Vibración solo presentó niveles en el área de bombas de transferencia de producto LGN, alcanzando un radio de influencia aproximado de 11 metros con menos incidencia a esa distancia, sin dejar de ser dañino para las afecciones a cuerpo completo. Y de acuerdo a la Norma COVENIN⁽⁶⁾, los límites de exposición deben ser controlados.
- La Iluminación en general es deficiente, aunado al alto número de lámparas en falla, la ubicación inadecuada de las lámparas, la altura de 25 metros aproximadamente de las luminarias en servicio y el uso de las luminarias no adecuadas suman en gran parte la alta deficiencia que tiene el sistema iluminación de la planta.
- En Estrés Calórico las mediciones de temperaturas reflejan valores significativos en la plataforma de la subestación eléctrica. Como consecuencia debe distribuirse la carga de trabajo considerando la pérdida de calor metabólico y planificar un régimen trabajo descanso.
- Para Radiaciones No Ionizantes solo podemos mencionar que los resultados de las mediciones efectuadas tanto en la sala “UCR”, como en la subestación eléctrica los valores resultantes que se encontraron están muy por debajo de los descritos en la

Norma COVENIN ⁽¹¹⁾, por lo tanto se puede decir, que siempre cualquier tipo de trabajo antes de proceder a ejecutarlo se debe realizar un análisis y divulgar los posibles riesgos existente.

- En cuanto a Productos y Sustancias Químicas, la manipulación , el almacenamiento utilizados en toda la planta son adecuados, tienen métodos y procedimientos seguros para los mismos. En la evaluación de gases existen detectores en toda la instalación y todo el personal conoce los productos que en la instalación se tienen bajo el proceso, pero solo se observó la ubicación temporal de pipas y / o tambores de aceites y químicos en la plataforma de lama LGN, estos envases estarán en un área destinada para su almacenamiento temporal hasta que entreguen el proyecto de la nueva plataforma de almacenamiento.
- Existen agentes de riesgos que no fueron evaluados en profundidad como es el caso de las condiciones Ergonómicas , el Estrés Calórico y los riesgos Biológicos, los mismos para su estudio más profundos es necesario la conformación de grupos interdisciplinarios integrados por médicos ocupacionales, enfermeras e higienistas industriales. Equipo que puedan evaluar, analizar, interpretar y emitir las recomendaciones pertinentes sobre estos riesgos.
- El Mapa de Riesgos facilita con mucha claridad la interrelación de una gran variedad temática en cuanto a los riesgos relacionados directamente con la protección integral, en áreas de Ambiente, Higiene, Seguridad y salud ocupacional.
- La Gerencia de Plantas de Operaciones de Gas busca estar en la vanguardia con la tecnología de punta, al lograr cumplir con los lineamientos exigentes de las Políticas de Ambiente, Higiene y Seguridad. Con este tipo de trabajo los Mapas de Riesgos permite realizar con mayor facilidad las divulgaciones y oportunidades que puedan ofrecer esta herramienta.
- Los Mapas de Riesgos tenerlos como Herramienta le permite a la Gerencia seguir cumpliendo con la parte legal de la Ley Orgánica, Penal , Control del Medio Ambiente y el Trabajo “LOPCYMAT· ”.
- La Gerencia del Distrito Maracaibo con el uso de los Mapas de Riesgo continua en la carrera que se tiene de la implantación de ISO9000 e ISO 14000, y así conseguir los estandarte de lo que hoy se busca de ser una empresa verde.

6.2.- RECOMENDACIONES

RUIDO.-

- Divulgar o hacer campaña al personal que estará expuesto al riesgo ruido en la instalación y sus consecuencias.
- Adiestrar y motivar la importancia que tiene el uso de los equipos de protección ante la exposición de los riesgos presentes en un proceso.
- Informar y suministrar el Mapa de Riesgo realizado, a todo el personal asignado a la instalación Lama Proceso LGN, con el objetivo de tener conocimiento del riesgo existente en el área
- Garantizar el suministro de tapones a todo el personal de la planta.
- Colocar avisos alusivos a la protección auditiva en aquellas áreas que exceden los 85 dBA.
- Programar conjuntamente con el personal de Medicina Ocupacional y de Higiene Industrial, un estudio al personal que se encuentra expuesto a más de 6 horas continuas con el riesgo ruido a mediano y largo plazo. Considerando desde el momento que se embarca en su transporte lacustre hasta su permanencia en planta.

VIBRACIÓN.-

- Implantar en el programa de vigilancia médica, registros que deberán ser sometidos a través del tiempo de empleo y por un período extensivo después de la terminación del empleo aquellas personas que necesariamente fueron expuesta a este riesgo.
- Aplicar métodos de control de vibración basado en principios de ingeniería.
- En las instalaciones existentes se deberá aplicar métodos de control de vibración por métodos de ingeniería

ILUMINACIÓN.-

- Se deben tomar acciones inmediata en mejorar considerablemente las iluminarias como mínimo en las áreas de mayor presencia del personal que labora en planta según los límites que exige la Norma Venezolana COVENIN⁽⁸⁾.
- Integrar personal de ingeniería para que propongan o se estudie un nuevo diseño de ubicación y uso de luminarias, ya que en las horas nocturnas es deficiente los lux instalados.

- Integrar el sistema de iluminación a los programas de inspección, evaluación y metas de seguridad mensual.

ESTRÉS CALÓRICO.-

- Analizar las condiciones de trabajo y el tipo de actividad a ejecutar en el recinto de la sub estación , considerando los tiempos y límites permitidos por la Norma COVENIN 2249: 1993.
- Inspeccionar continuamente los cojinetes y bujes de los equipos rotativos, así como el ajuste y calibración de partes y componentes de todos los equipos de proceso.
- Involucrar al personal de ingeniería para que evalúe las fuentes de emisión por vibración y se efectúen los cambios correspondientes para eliminar o minimizar este agente de riesgo.
- Dotar de los implementos y recursos para mejorar la temperaturas en el recinto “Subestación en caso de tener la prioridad de emergencia de la actividad a ejecutar.
- Coordinar un programa de estudio más detallado para el riesgo de Estrés Calórico en toda la instalación de Lama Proceso LGN e involucrar al personal de Higiene Industrial y Medicina Ocupacional.

RADIACIONES NO IONIZANTE.-

- Durante la medición realizada en las áreas de la subestación eléctrica y algunas localizaciones de las líneas de transmisión eléctricas, transformadores y videos terminales, podríamos mencionar que los resultados obtenidos y de acuerdo a la Norma COVENIN 2238:1995⁽⁹⁾, no se detectaron niveles de radiación significativos que puedan ocasionar alguna alteración al organismo. Sin embargo se recomienda:
- Realizar programas de mediciones por radiaciones no ionizantes.
- Implementar en los programas de evaluación médica anual, análisis por radiación no ionizantes al personal expuesto.

PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS CONTAMINANTES.-

- Se requiere la colocación en el área del depósito, de avisos alusivos a las medidas de precaución a considerar durante la manipulación de los productos.
- Mantener orden, limpieza y continua inspección de todas las áreas y en especial las de almacenamiento de sustancias y productos químicos.

- **Instalar al menos una ducha de emergencia y lava ojos próximos a sitios de almacenamiento.**
- **Se debe disponer en sitio visibles los MSD de todos los químicos y productos existentes y utilizados en la instalación.**

www.bdigital.ula.ve

BIBLIOGRAFIA

ACUSTIC MEASUREMENT / Analysis Instruments. U.S.A, september, 1979.

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). No - Ionizing Radiation, Proceedings of a topical Symposium. Washington, D.C. Noviembre, 1979.

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and Biological Exposure Indices. 1994 - 1995.

BAYER. Manual de sobre control de plagas.

BAYER. Salud Pública No. 5.

BEHAR, Alberto. EL ruido y su control. Editorial TRILLAS, 2da edición. México, octubre 1994.

BRUEL & KJAER. Instruction Manual Human-Response Vibration Meter Type 2512, April 1981.

CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD. Manual de fundamentos de Higiene Industrial. 1ra edición en español, 1981.

CRALLEY, Lewis J. and CRALLEY, Lester V. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, volume 3B, 2nd edition. Theory and rationale of industrial hygiene practice. Biological responses. United States of America, 1985.

FUNDACIÓN MAPFRE, Curso de Higiene Industrial. Editorial Mapfre, S.A., España.

MERCK. Manual de veterinaria. Publicado por Merck & Co., INC. España, 1988.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). Criteria for a recommended standard for occupational exposure to hot environments. Revised Criteria, april 1986.

NATIONAL SAFETY COUNCIL. Fundamentals of Industrial Higiene, Third edition, 1993.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 1565-88. Ruido Ocupacional. 2da. revisión.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 1671-88. Fuentes estacionarias de ruido. Determinación del ruido.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2238-91. Radiaciones no Ionizantes. Medidas de seguridad.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2249-91. Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2254-90. Calor y Frío. Límites máximos permisibles.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2255-91. Vibración Ocupacional (Provisional).

PHYSION. Tecnología Nuclear C.A. Radiaciones no Ionizantes.

SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL INSTRUMENTS. Ludlum Measurements, Inc.
Instructions Manual Ludlum model 77-3 stretch, scope.

TALLER DE VIBRACIONES. Gerencia de Protección Integral, Sección de Higiene Industrial, Unidad de olefinas y plásticos. El Tablazo, octubre de 1993.

LISTA DE REFERENCIAS

1	Informe de Pasantía Industrial “Evaluación de la Planta LGN del Complejo Lama”. Autor. Dominzain. M., Natalia B. Junio 1999.
2	Informe de Pasantía “Inducción a la Ingeniería y control de Riesgo en la Industria Petrolera y Petroquímica”. Autores. Chaparro O., Luis Alejandro; Malave García., Yanitza del Valle, Septiembre de 1997.
3	Tesis Mapas de Riesgo de la Planta Compresora Tía Juana – 1, PCTJ –1. Octubre. Autor María Chávez y Alfredo Loschi, año 1995.
4	Norma COVENIN 1565:1995, “Ruido Ocupacional Programa de conservación de auditoria Niveles de Permisibilidad y Criterios de Evaluación”, 3era Revisión Norma Venezolana.
5	Norma COVENIN1432:1982 “Medición al Nivel del Sonido”.
6	Norma Venezolana COVENIN 2255:1991 “ Vibración Ocupacional”.
7	Manual Módulo Higiene I e Higiene II. Riesgos generales.
8	Normas Venezolanas COVENIN 2249:1993. Iluminación en tareas y áreas de trabajo.
9	Normas Venezolanas COVENIN 2254:1993. Calor y Frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo. 1era revisión.
10	Tesis, Construcción del Mapa de Riesgos, zona Plantas PGLP de Lagoven, S. A, Autores. Efraín Carrillo, Marelis Ruiz, Octubre año 1995.
11	Norma Venezolana COVENIN 2238:1995 Radiaciones no Ionizantes, límites de exposición, medidas de protección, 1era revisión.
12	Manual técnico del HI-3603 VDT / VLF, video terminal.
13	Manual técnico del HI-3604 ELF, líneas de transmisión
14	Norma Venezolana COVENIN 2253:1985 Concentración ambientales permisibles.
15	Norma Venezolana CONENIN 1054:1977 simbología y dimensiones para señales de seguridad.
16	Norma Venezolana CONENIN 187:1981 Definición y clasificación, color y señales de seguridad.
17	La Ley Penal Control Medio Ambiente.

18	Ley Orgánica del Trabajo
19	Norma Venezolana COVENIN 2237: 1995
20	Tips de Ambiente Higiene y Seguridad. Por Gabinet de la Salud Laboral. CCOO de Pr. Sicilia . Salud laboral 460093 Valencia.
21	Presentación de GSP y sus Elementos. Notas PDVSA Occidente. Año 2000. CITID. Fuente Gerencia de Seguridad de Los Procesos.
22	Notas técnicas de los MSDS de los productos existentes en Lama Proceso LGN.

www.bdigital.ula.ve