

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **EVALUACIÓN DE RIESGOS E HIGIENE INDUSTRIAL Y PROPUESTAS DE MEDIDAS DE CONTROL EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

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

**DIEGO SEBASTIÁN LASCANO AIMACAÑA**

diegol-zn@hotmail.com

**DAVID ISRAEL QUISPE PONLUISA**

relo\_silverd@hotmail.com

**DIRECTOR: Dr. MIGUEL PATRICIO LANDIVAR LARA**

ml2335@cablemodem.com.ec

**Quito, Junio 2013**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Diego Sebastián Lascano Aimacaña y David Israel Quispe Ponluisa, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Lascano Aimacaña Diego Sebastián**

---

**Quispe Ponluisa David Israel**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Sebastián Lascano Aimacaña y David Israel Quispe Ponluisa, bajo mi supervisión.

---

**DR. MIGUEL LANDÍVAR LARA**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**VÍCTOR MANUEL CÁRDENAS, PH.D**

**CO-DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios ya que por su gracia estoy aquí, y permitir realizar todas mis metas.

A mis tíos y primos, quienes siempre me han apoyado en todos los aspectos de mi vida

A la EPN, y en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica, la cual se convirtió mi segundo hogar, y fue donde aprendí todos mis conocimientos.

Al Dr. Miguel Landivar, quien nos supo guiar en la realización de este proyecto

A Víctor Cárdenas, Ph.D, por proponernos y permitirnos realizar el presente proyecto.

A todos mis amigos quienes supieron estar a mi lado en todos estos años de vida estudiantil.

**DIEGO SEBASTIÁN**

Agradezco al Dr. Miguel Landívar a Víctor Cárdenas PhD, por guiarnos en el presente proyecto de titulación.

A mi familia, mi padre, mi madre y mi hermano que son incondicionales y son el soporte fundamental dentro de mi vida.

A mis tíos y a mis primas, gracias a ellos he podido culminar con éxitos la carrera de Ingeniería Mecánica.

Por último y no menos importantes agradezco a mis amigos, quienes fueron como mi familia, con quienes compartí alegrías y tristezas, triunfos y derrotas, pero ellos supieron estar ahí para ayudarme en las buenas y en las malas.

**DAVID ISRAEL QUISPE**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto dedico a mi madre Gladys Lascano, y a mi abuelita Josefina Aimacaña; las personas más importante en mi vida, quienes con su amor, e incansable sacrificio supieron guiarme para llegar a ser la persona que soy.

**DIEGO SEBASTIÁN**

El presente proyecto está dedicado a mi madre Elevación Ponluisa, a mi padre Rafael Quispe, a mi hermano Santiago Quispe, a mis tíos Luis Fuentes y Carmen Quispe, a mi abuelita Eva Acosta; quienes son participes y forjadores de la persona quien soy

**DAVID ISRAEL QUISPE**

## CONTENIDO

CARÁTULA .....	I
DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
RESUMEN .....	XVII
PRESENTACIÓN .....	XIX
CAPÍTULO 1 .....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.2 ALCANCES.....	3
1.1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.2 MARCO TEÓRICO.....	3
1.2.1 SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL .....	3
1.2.2 RIESGOS DEL TRABAJO .....	5
1.2.3 RIESGOS DE TRABAJO ESPECÍFICOS E INESPECÍFICOS.....	5
1.2.4 INCIDENTE .....	19
1.2.5 ENFERMEDAD OCUPACIONAL O PROFESIONAL.....	19
1.2.6 ACCIDENTE .....	21

1.2.7 LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	28
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>36</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y PROCESOS.....</b>	<b>36</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA.....	36
2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	36
2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES POR LABORATORIO.....	41
2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS POR LABORATORIO.....	53
2.2.1 CONCEPTO DE PROCESO. ....	53
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>59</b>
<b>EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>59</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	59
3.2 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS .....	59
3.2.1 RUIDO.....	59
3.2.2 ILUMINACIÓN.....	63
3.3 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS .....	69
3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO .....	70
3.3.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS QUÍMICOS DE HUMOS.....	79
3.4 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS.....	89
3.4.1 RIESGOS MECÁNICOS.....	89
3.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO .....	89
3.5 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS.....	99
3.5.1 CARGA FÍSICA ESTUDIO DE LOS FACTORES BIOMECÁNICOS .....	99
3.6 RIESGO DE INCENDIO .....	134
3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO .....	134
3.7 MAPA DE RIESGOS EN EL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA.....	149
3.7.1 CONCEPTO DE MAPA DE RIESGOS.....	149
3.7.2 FASES EN LA REALIZACIÓN DE UN MAPA DE RIESGOS.....	150
3.7.3 DESARROLLO DEL MAPA DE RIESGOS PARA LOS LABORATORIOS DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA.....	150

CAPÍTULO 4 .....	151
CONTROLES DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL.....	151
4.1 INTRODUCCIÓN.....	151
4.2 MEDIDAS DE CONTROL APLICABLES EN EL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA.....	151
4.2.1 RIESGOS FÍSICOS, MEDIDAS DE CONTROL.....	151
4.2.2 RIESGOS QUÍMICOS, MEDIDAS DE CONTROL.....	155
4.2.3 RIESGOS MECÁNICOS, MEDIDAS DE CONTROL.....	156
4.2.4 ORDEN Y LIMPIEZA DEFICIENTES.....	160
4.2.5 PREVENCIÓN DE RIESGO DE INCENDIO .....	161
4.3 VENTILACIÓN: LABORATORIO DE SOLDADURA.....	163
4.3.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES, SOLDADURA SOBRE BANCO FIJO.....	171
4.4 VENTILACIÓN: LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES.....	173
CAPÍTULO 5 .....	180
INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL PARA LOS LABORATORIOS.....	180
5.1 INTRODUCCIÓN.....	180
5.2 INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL.....	180
5.2.1 OBJETIVO.....	180
5.2.2 METODOLOGÍA .....	180
5.2.3 CONCLUSIÓN.....	181
5.2.4 RECOMENDACIONES.....	181
5.3 MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA.....	185
5.3.1 OBJETIVOS.....	185
CAPÍTULO 6 .....	196
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	196
6.1 CONCLUSIONES.....	196
6.2 RECOMENDACIONES.....	197

ANEXOS .....	203
PLANOS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Cobertura Seguro Estudiantes .....	28
Tabla 1.2 Cobertura Seguro Estudiantes .....	28
Tabla 1.3 Colores de Seguridad.....	34
Tabla 1.4 Colores de Seguridad.....	34
Tabla 1.5 Señales de Seguridad .....	34
Tabla 2.1 Máquina soldadora SMAW (2 unid).....	42
Tabla 2.2 Máquina soldadora SMAW (2 unid).....	42
Tabla 2.3 Máquina soldadora GMAW (2 unid) .....	42
Tabla 2.4 Máquina soldadora GMAW (1 unid) .....	43
Tabla 2.5 Máquina soldadora GTAW (1 unid) .....	43
Tabla 2.6 Máquina soldadora GMAW (1 unid) .....	43
Tabla 2.7 Máquina soldadora GMAW (1 unid) .....	44
Tabla 2.8 Máquina soldadora GMAW (1 unid) .....	44
Tabla 2.9 Máquina soldadora GMAW (1 unid) .....	44
Tabla 2.10 Máquina soldadora PAW (1 unid).....	45
Tabla 2.11 Máquina soldadora PAW (1 unid).....	45
Tabla 2.12 Máquina soldadora PAW (1 unid).....	45
Tabla 2.13 Simulador de arco eléctrico (1 unid).....	46
Tabla 2.14 Máquina de corte OAC (1 unid).....	46
Tabla 2.15 Sierra semiautomática (1 unid).....	47
Tabla 2.16 Esmeril (3 unid) .....	47
Tabla 2.17 Tornos (2 unid) .....	48
Tabla 2.18 Cepilladora (1 unid) .....	48
Tabla 2.19 Taladros (3 unid) .....	48
Tabla 2.20 Unidad hidráulica (1 unid).....	49
Tabla 2.21 Báscula (1 unid).....	49

Tabla 2.22 Cizalla manual (2 unid).....	49
Tabla 2.23 Hornos eléctricos (7 unid).....	53
Tabla 2.24 Durómetro (1 unid) .....	53
Tabla 3.1 Métodos utilizados para la evaluación y valoración de riesgos .....	59
Tabla 3.2 Niveles permisibles de ruido estable .....	60
Tabla 3.3 Niveles permisibles de ruido de impacto .....	60
Tabla 3.4 Ruido estable, Laboratorio de Soldadura .....	62
Tabla 3.5 Ruido estable, Laboratorio de Tratamientos Térmicos .....	62
Tabla 3.6 Ruido de impacto, Laboratorio de Soldadura. ....	63
Tabla 3.7 Niveles de iluminación permisibles para trabajos específicos o similares. ....	63
Tabla 3.8 Índice de disconformidad de iluminancia.....	65
Tabla 3.9 Medición de Iluminación, Laboratorio de Soldadura.....	66
Tabla 3.10 Cálculo de Índice de disconformidad de iluminancia, Laboratorio de Soldadura.....	67
Tabla 3.11 Medición de Iluminación, Laboratorio de Tratamientos Térmicos. .	69
Tabla 3.12 Cálculo de Índice de disconformidad de iluminancia, Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	69
Tabla 3.13 Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos.....	72
Tabla 3.14 Clases de cantidad en función de las cantidades por día.....	73
Tabla 3.15 Clases de frecuencia de utilización. ....	74
Tabla 3.16 Determinación de las clases de exposición potencial.....	74
Tabla 3.17 Clase de riesgo potencial. ....	75
Tabla 3.18 Puntuación para cada clase de riesgo potencial. ....	75
Tabla 3.19 Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos. ....	76
Tabla 3.20 Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia...	76
Tabla 3.21 Factores de corrección en función del VLA .....	78
Tabla 3.22 Caracterización del riesgo por inhalación.....	79
Tabla 3.23 Resumen Tabla 3.13 .....	79
Tabla 3.24 Resumen Tabla 3.14 .....	80
Tabla 3.25 Resumen Tabla 3.15 .....	80

Tabla 3.26 Resumen Tabla 3.16 .....	81
Tabla 3.27 Resumen Tabla 3.17 .....	81
Tabla 3.28 Resumen Tabla 3.18 .....	81
Tabla 3.29 Resumen Tabla 3.19 .....	82
Tabla 3.30 Resumen Tabla 3.20 .....	82
Tabla 3.31 Resumen Tabla 3.21 .....	83
Tabla 3.32 Resumen Tabla 3.22 .....	84
Tabla 3.33 Resumen Tabla 3.13 .....	84
Tabla 3.34 Resumen Tabla 3.14 .....	85
Tabla 3.35 Resumen Tabla 3.15 .....	85
Tabla 3.36 Resumen Tabla 3.16 .....	86
Tabla 3.37 Resumen Tabla 3.17 .....	86
Tabla 3.38 Resumen Tabla 3.18 .....	86
Tabla 3.39 Resumen Tabla 3.19 .....	87
Tabla 3.40 Resumen Tabla 3.20 .....	87
Tabla 3.41 Resumen Tabla 3.21 .....	88
Tabla 3.42 Resumen Tabla 3.22 .....	89
Tabla 3.43 Valoración de Consecuencias .....	90
Tabla 3.44 Valoración de la Exposición .....	90
Tabla 3.45 Valoración de Probabilidad.....	91
Tabla 3.46 Magnitud del riesgo según su gravedad.....	92
Tabla 3.47 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Soldadura 1 .....	94
Tabla 3.48 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Soldadura 2 .....	94
Tabla 3.49 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Mesas de Trabajo .....	95
Tabla 3.50 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Maquinas Herramientas .....	95
Tabla 3.51 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Equipos que no se utilizan (1) .....	96
Tabla 3.52 Riesgos mecánicos en el Laboratorio de Soldadura .....	96

Tabla 3.53 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Tratamientos Térmicos.....	97
Tabla 3.54 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Tratamientos Térmicos (Fundición).....	97
Tabla 3.55 Riesgos mecánicos en el Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales.....	98
Tabla 3.56 Conclusiones de los estudios de Snook y Ciriello .....	100
Tabla 3.57 Evaluación de riesgos biomecánicos (Transporte de Carga, Empuje y tracción) mediante las tablas de Snook y Ciriello .....	101
Tabla 3.58 Cálculo del factor de frecuencia (FM).....	107
Tabla 3.59 Determinación del factor de agarre (CM) .....	108
Tabla 3.60 Factor de Distancia horizontal, HM.....	109
Tabla 3.61 Factor de Altura, VM.....	110
Tabla 3.62 Factor de Desplazamiento Vertical, DM .....	110
Tabla 3.63 Factor de Asimetría, DM.....	111
Tabla 3.64 Factor de Frecuencia, FM .....	112
Tabla 3.65 Factor de Agarre, CM.....	112
Tabla 3.66 Evaluación de riesgos biomecánicos (Elevación y Descenso) por la ecuación de NIOSH.....	113
Tabla 3.67 Hoja de puntuaciones, Método REBA .....	114
Tabla 3.68 Niveles de riesgo y acción .....	115
Tabla 3.69 Análisis del tronco .....	115
Tabla 3.70 Análisis del cuello .....	115
Tabla 3.71 Análisis de las piernas.....	116
Tabla 3.72 Carga/Fuerza .....	116
Tabla 3.73 Análisis de brazos .....	116
Tabla 3.74 Análisis de antebrazos .....	116
Tabla 3.75 Análisis de muñecas.....	117
Tabla 3.76 Agarre.....	117
Tabla 3.77 Actividad muscular .....	117
Tabla 3.78 Tabla Carga/Fuerza.....	117
Tabla 3.79 Evaluación de riesgos biomecánicos (Posturas mantenidas y/o forzadas) mediante el método REBA .....	118

Tabla 3.80 Puntuación factor de recuperación en función de la inadecuada distribución de los periodos de recuperación. ....	120
Tabla 3.81 Puntuación factor de frecuencia (Acciones técnicas dinámicas) ..	121
Tabla 3.82 Puntuación factor de frecuencia (Acciones técnicas estáticas) ....	122
Tabla 3.83 Acciones más comunes en donde se ejerce fuerza con movimientos repetitivos .....	122
Tabla 3.84 Intensidad del esfuerzo según la escala de Borg CR-10.....	122
Tabla 3.85 Puntuación fuerza moderada .....	123
Tabla 3.86 Puntuación fuerza intensa .....	123
Tabla 3.87 Puntuación fuerza casi máxima.....	123
Tabla 3.88 Puntuación factor de postura, Hombro .....	124
Tabla 3.89 Puntuación factor de postura, Codo .....	124
Tabla 3.90 Puntuación factor de postura, Muñeca .....	125
Tabla 3.91 Puntuación factor de postura, Mano.....	125
Tabla 3.92 Puntuación factor de postura, Estereotipos .....	125
Tabla 3.93 Puntuación factor de riesgo complementarios, Físico – Mecánicos. ....	126
Tabla 3.94 Puntuación factor de riesgo complementarios, Socio – Organizativos .....	127
Tabla 3.95 Índice Checklist OCRA, Nivel de riesgo y acciones sugeridas .....	127
Tabla 3.96 Factor de recuperación (FR) .....	128
Tabla 3.97 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Dinámicas, lado derecho (ATD).....	129
Tabla 3.98 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Dinámicas, lado izquierdo (ATD).....	129
Tabla 3.99 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Estáticas, lado derecho e izquierdo (ATE) .....	129
Tabla 3.100 Factor de frecuencia, lado derecho e izquierdo.....	129
Tabla 3.101 Esfuerzo según la escala de Borg CR-10.....	130
Tabla 3.102 Factor de Fuerza (FFZ) lado derecho e izquierdo .....	130
Tabla 3.103 Factor postura homro, lado derecho e izquierdo .....	130
Tabla 3.104 Factor postura codo, lado derecho e izquierdo .....	131
Tabla 3.105 Factor postura muñeca con agarre, lado derecho e izquierdo ...	131

Tabla 3.105 Factor postura muñeca con agarre, lado derecho e izquierdo ...	131
Tabla 3.106 Factor postura estereotipos lado derecho e izquierdo .....	131
Tabla 3.106 Factor postura, lado derecho e izquierdo .....	132
Tabla 3.106 Factor de riesgo complementario, Físico-Mecánico, lado derecho e izquierdo.....	132
Tabla 3.106 Factor de riesgo complementario, Socio-Organizativo, lado derecho e izquierdo.....	133
Tabla 3.106 Factor de riesgo complementario, lado derecho e izquierdo .....	133
Tabla 3.107 Evaluación de riesgos biomecánicos (Movimientos repetitivos) mediante el método Checklist OCRA .....	133
Tabla 3.108 Altura del edificio .....	136
Tabla 3.109 Mayor sector de incendio .....	136
Tabla 3.110 Resistencia al fuego .....	136
Tabla 3.111 Falsos techos .....	137
Tabla 3.112 Distancia de los bomberos .....	137
Tabla 3.113 Accesibilidad del edificio.....	137
Tabla 3.114 Peligro de activación .....	138
Tabla 3.115 Coeficientes por carga de fuego.....	138
Tabla 3.116 Coeficientes por combustibilidad .....	139
Tabla 3.117 Coeficientes por orden y limpieza.....	139
Tabla 3.118 Alturas de almacenamiento .....	139
Tabla 3.119 Factores de concentración .....	140
Tabla 3.120 Propagación vertical .....	140
Tabla 3.121 Propagación horizontal.....	140
Tabla 3.122 Destruibilidad por calor .....	141
Tabla 3.123 Destruibilidad por humo .....	141
Tabla 3.124 Destruibilidad por corrosión .....	142
Tabla 3.125 Destruibilidad por agua .....	142
Tabla 3.126 Factores de protección por instalaciones .....	143
Tabla 3.127 Brigadas internas contra incendios.....	144
Tabla 3.128 Valores de aceptación de P .....	145
Tabla 3.129 Aplicación del método Meseri para la evaluación de los riesgos de incendios, laboratorio soldadura.....	145

Tabla 3.130 Aplicación del método Meseri para la evaluación de los riesgos de incendios, laboratorio tratamientos térmicos.....	147
Tabla 4.1 Equipos de protección personal para soldar .....	158
Tabla 4.2 Equipos de protección personal para trabajos en general.....	159
Tabla 4.3 Velocidades aproximadas de transporte .....	167
Tabla 4.4 Características del equipo de extracción de aire a seleccionar .....	170
Tabla 4.5 Características del equipo de extracción de aire seleccionado .....	170
Tabla 4.6 Comparación entre el sistema actual vs. sistema propuesto.....	171
Tabla 4.7 Calibre de la lámina para la fabricación de ductos .....	171
Tabla 4.8 Propiedades del aire seco puro a presión atmosférica.....	176
Tabla 4.9 Características del equipo de extracción de aire a seleccionar .....	178
Tabla 4.10 Características del equipo de extracción de aire seleccionado ....	179

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ruido Continuo y Ruido Intermitente.....	6
Figura 1.2 Ruido de Impacto. ....	7
Figura 1.3 Vibración aleatoria.....	7
Figura 1.4 Espectro electromagnético.....	11
Figura 1.5 Clasificación agentes químicos .....	13
Figura 2.1 Descripción general de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica.....	37
Fuente: Departamento de Planificación EPN .....	37
Figura 2.2 Fachada Frontal Taller de Procesos de Producción Mecánica (PPM) .....	38
Figura 2.3 Pisos, Pasillos (PPM).....	39
Figura 2.4 Accesos y salida del taller de Procesos de Producción Mecánica (PPM).....	40
Figura 2.5 Laboratorio de Soldadura, división por áreas (PPM).....	41
Figura 2.6 Mesas de trabajo en el laboratorio de soldadura .....	47
Figura 2.7 Hornos basculantes área de fundición .....	50

Figura 2.8 Equipos y materiales sin utilizar en el Laboratorio de Soldadura (PPM) .....	51
Figura 2.9 Laboratorio de tratamientos térmicos y superficiales (PPM) .....	52
Figura 2.10 Descripción de Proceso. ....	54
Figura 2.11 Partes de una Junta. ....	55
Figura 2.12 Tipos de Junta.....	56
Figura 3.1 Sonómetro 3M.....	61
Figura 3.2 Luxómetro .....	65
Figura 3.3 Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación	71
Figura 3.4 Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase.....	77
Figura 3.5 Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase. ....	77
Figura 3.6 Resumen Figura 3.4.....	82
Figura 3.7 Resumen Figura 3.5.....	83
Figura 3.8 Resumen Figura 3.4.....	87
Figura 3.9 Resumen Figura 3.5.....	88
Figura 3.10 Altura vertical de transporte .....	100
Figura 3.11 Localización estándar de levantamiento .....	103
Figura 3.12 Representación gráfica del ángulo de asimetría .....	106
Figura 4.1 Representación gráfica del ángulo de asimetría .....	155
Figura 4.1 Campanas que no protejen, instaladas en el laboratorio de soldadura .....	164
Figura 4.2 Sistemas de extracción fijos, captación eficaz de humos y gases de soldadura.....	165
Figura 4.3 Junta longitudinal tipo Pittsburgh Lock, para ductos de extracción de aire .....	172
Figura 4.4 Juntas Transversales tipo S-Slip y Drive Slip, para ductos de extracción de aire .....	172
Figura 4.5 Sistemas de extracción fijos, ventilador centrífugo de falso plafón	174
Figura 4.6 Rugosidades absolutas para distintos materiales .....	177

## RESUMEN

El taller “Procesos de Producción Mecánica” adscrito al departamento de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica, abarca los laboratorios de Tratamientos Térmicos y de Soldadura. El presente proyecto tiene la finalidad de evaluar los riesgos industriales dentro de dichos laboratorios, mediante una clasificación de agentes contaminantes, producto de sus respectivos procesos

En el Capítulo 1 se encuentran las generalidades del taller y las definiciones generales de la seguridad industrial, además los conceptos básicos de los riesgos industriales.

El Capítulo 2 contiene la descripción de las instalaciones y procesos del taller “Procesos de Producción Mecánica”. Aquí se enuncia las características de cada laboratorio, entradas salidas, pisos y pasillos, equipos y proceso, que son necesarios para la obtención del producto final.

El Capítulo 3 que es la Evaluación y Valoración de Riesgos, es un diagnóstico de la situación real con relación a la seguridad e higiene industrial. Los riesgos analizados son: Riesgos Físicos basados en mediciones (Sonómetro y Luxómetro) y comparados con el decreto ejecutivo 2393, Riesgos Químicos basados en el INRS; Riesgos Mecánicos evaluados y valorados mediante el método FINE modificado; Riesgos Disergonómicos evaluados por métodos cualitativos para riesgos Biomecánicos, y, Riesgo de Incendios cuantificados por el método MESERI.

El Capítulo 4, enlista las medidas de control a tomar. Hace un análisis de la situación real y dicta recomendaciones que deben tomarse dentro de los laboratorios del taller “Procesos de Producción Mecánica” para mejorar las condiciones de trabajo.

En el Capítulo 5 se describe un informe en el cual se detallan las deficiencias, las soluciones y el costo de la implementación del presente proyecto, además se propone un Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial que es una normativa a cumplir por parte de los estudiantes, trabajadores y/o visitantes en el taller “Procesos de Producción Mecánica”

En el Capítulo 6 se tienen las conclusiones y recomendaciones. Aquí se evalúan los objetivos específicos, además se enlistan sugerencias posibles para la mitigación de los riesgos industriales.

## **PRESENTACIÓN**

En el taller de Procesos de Producción Mecánica se encuentran los laboratorios de Soldadura y Tratamientos Térmicos, en los cuales se realizan prácticas con los estudiantes, y trabajos con el medio externo. En la realización de todo proceso se encuentran riesgos ya sean de tipo físico, mecánico, químico, ergonómico y psicosociales.

Mediante este proyecto se intenta minorar la aparición de los riesgos presentes, por lo que se tomaron las recomendaciones de las normas que se encuentran vigentes en el país, además se intenta incorporar la cultura de seguridad e higiene no solo en los trabajadores sino también en los estudiantes. Para que así se siga conservando la integridad física de los usuarios que frecuentan el taller.

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Atender a la seguridad en el trabajo, en establecimientos educativos tiene dos objetivos importantes: lograr que las condiciones reales de trabajo para los instructores, estudiantes, trabajadores y/o visitantes sean seguras, e inculcar a estos el conocimiento y respeto a los principios de seguridad.

Enseñar seguridad industrial difiere mucho de enseñar una materia académica, se trata no solo de suministrar información, sino también de cambiar de actitud mental. Esto es difícil ya que los estudiantes se resisten a que se les predique frecuentemente. Necesitan que se les demuestre como identificar los riesgos y que se les anime a que hagan sugerencias personales para mejorar la organización en el aspecto de seguridad. El personal administrativo debe adoptar la misma actitud.

Cuando todas las personas actúan como su propio jefe de seguridad, es fácil hacer efectivas las normas de seguridad. Este aspecto psicológico de una campaña de seguridad es tan importante como proporcionar equipo de seguridad y organizar los procedimientos para evitar accidentes y crear un ambiente seguro.

En una práctica de laboratorio los instructores, estudiantes, trabajadores y/o visitantes deben aprender cómo usar las herramientas manuales y las maquinas herramientas. Deben estudiar detalles, como usar herramientas de carácter peligroso. Esta clase de información les ayudará a lograr un producto bien terminado y a no lastimarse.

Todos desean un lugar de trabajo y de formación profesional seguro y saludable, pero lo que cada persona está dispuesta a hacer para alcanzar este provechoso objetivo varía mucho.

Resulta muy importante contar con un reglamento de seguridad e higiene industrial en los laboratorios con el fin de preservar la integridad física de las personas que frecuentan estas instalaciones, que es importante, sino también

conservar y mantener la maquinaria, cuyo beneficio es económico. Incluso contar con un procedimiento a seguir en caso de emergencia.

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional consta con un conjunto de laboratorios en los cuales no solo se desarrollan actividades de formación a estudiantes en el área de Ingeniería Mecánica, sino también trabajos con el medio externo.

En nuestro proyecto vamos a tomar en cuenta al Taller de Procesos de Producción Mecánica, el cual consta de dos laboratorios, los que pertenecen al Departamento de Materiales y los que son:

- Laboratorio de Soldadura
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales

### **1.1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluación de Riesgos de accidentes de trabajo, de enfermedades profesionales y propuestas de medidas de control en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional

#### **1.1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Proponer en la Facultad de Ingeniería Mecánica la necesidad de desarrollar una conducta de Seguridad Industrial, donde el permanente análisis, diagnóstico e implementación de los programas de acción protegerán al estudiante, instructor, trabajador y/o visitante contra cualquier contingencia laboral, enfermedad laboral.

Establecer medidas de control que mitiguen la probabilidad de accidentes.

Entregar un informe a las autoridades de la Facultad Ingeniería Mecánica, detallando el estado de cada laboratorio y sugiriendo las acciones a tomar para cumplir con las normativas vigentes.

### **1.1.2 ALCANCES**

- Se recopilará información acerca de las diferencias entre Seguridad e Higiene Industrial de los talleres de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Se revisarán las normas correspondientes de Seguridad e Higiene Industrial para establecer el estado de los talleres.

### **1.1.3 JUSTIFICACIÓN**

Es imprescindible contar con un reglamento de Seguridad e Higiene en cada laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional en el que se desarrollen actividades formativas para estudiantes, con el fin de salvaguardar la integridad física de los instructores, estudiantes, trabajadores y visitantes, y conservar en adecuado estado de funcionamiento las máquinas e instalaciones.

Aparte de la protección a las personas que acuden a los laboratorios, el proyecto implica un beneficio a las instalaciones en sí mismas, debido a la mejora de la vida útil de los equipos, y a la reducción de accidentes e incidentes. Todo ello, asumiendo que se pondrán en práctica las recomendaciones que de este trabajo emanen.

Es importante que la Escuela Politécnica Nacional y la Facultad de Ingeniería Mecánica en particular, difundan entre sus estudiantes el uso, la aplicación y el cumplimiento de normas de Seguridad e Higiene Industrial.

## **1.2 MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1 SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

Para englobar de una manera apropiada el significado de Seguridad e Higiene Industrial se va a definir de forma técnica y por separado lo que es:

- Seguridad Industrial
- Higiene Industrial

### **1.2.1.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de controlar los riesgos de accidente de trabajo en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

Por lo tanto, requiere de la protección de los usuarios además de la dotación de la vestimenta, su monitoreo médico, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos.<sup>1</sup>

### **1.2.1.2 OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL**

EL objetivo que persigue la seguridad industrial es mantener unos niveles elevados de calidad de vida dentro del ambiente laboral, garantizando la seguridad y la vida misma del personal que ahí labora. Esto se obtiene por medio de una eficiente gerencia por parte del área de las organizaciones, tomando como principio la prevención de los accidentes en el trabajo, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de producción.

Por lo tanto una organización u empresa que no atienda sus necesidades prioritarias de seguridad e higiene no se puede definir como una empresa eficientemente productiva.<sup>2</sup>

### **1.2.1.3 HIGIENE INDUSTRIAL**

Se puede definir como aquella ciencia y técnica dedicada al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores en el ambiente de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia de importancia en los trabajadores.

---

<sup>1</sup><http://definicion.de/seguridad-industrial/>

<sup>2</sup><http://higieneyseguridadind.blogspot.com/2008/01/objetivo-de-la-seguridad-industrial.html>

#### **1.2.1.4 OBJETIVOS DE LA HIGIENE INDUSTRIAL**

Entre los objetivos de la higiene industrial está prevenir enfermedades profesionales, mantener la salud de los trabajadores y aumentar la productividad por el control del medio de trabajo y el bienestar.

Se pueden obtener por la educación de operarios y jefes, los cuales pueden aportar con el conocimiento para evitarlos, por el estado de alerta a las situaciones de peligro y por los estudios y observaciones de los nuevos procesos y materiales a utilizar.<sup>3</sup>

#### **1.2.2 RIESGOS DEL TRABAJO**

Es una eventualidad de daño o de pérdida económica y/o humana, en términos de la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado junto con la magnitud de las consecuencias las cuales podrían ser accidentes y enfermedades.

#### **1.2.3 RIESGOS DE TRABAJO ESPECÍFICOS E INESPECÍFICOS**

Los factores de riesgos en el trabajo son: psicosociales, ergonómicos y mecánicos o de seguridad, accidentes y enfermedades de trabajo.

##### **1.2.3.1 RIESGOS ESPECIFICOS**

Los riesgos específicos son:

- Accidentes de trabajo
- Enfermedad profesional

Estos pueden ser causados por los siguientes factores:

##### *1.2.3.1.1 Factores Físicos.*

###### *1.2.3.1.1.1 El ruido.<sup>4</sup>*

Es un sonido no deseable y molesto. Desde el punto de vista físico, el sonido se produce por un vibración de un cuerpo que se transmite en forma de ondas

---

<sup>3</sup> <http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/1905.htm>

<sup>4</sup>Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 55 (Ruidos y Vibraciones)

generando una variación de presión que se percibe nuestro oído. El ruido es uno de los riesgos laborales más frecuentes.

#### 1.2.3.1.1.1.1 Tipos de Ruido

El ruido se puede clasificar de acuerdo a la periodicidad que se presenta, y estos pueden ser continuos, intermitentes y de impacto.

- **Ruido continuo:** Es aquel que permanece constante y no presenta cambios repentinos o presenta pequeñas fluctuaciones menores a 5 dB durante su emisión.
- **Ruido intermitente:** Es el que se interrumpe o cesa y prosigue o se repite, es decir, el nivel sonoro varía con el tiempo durante el día o la semana según la carga de trabajo.

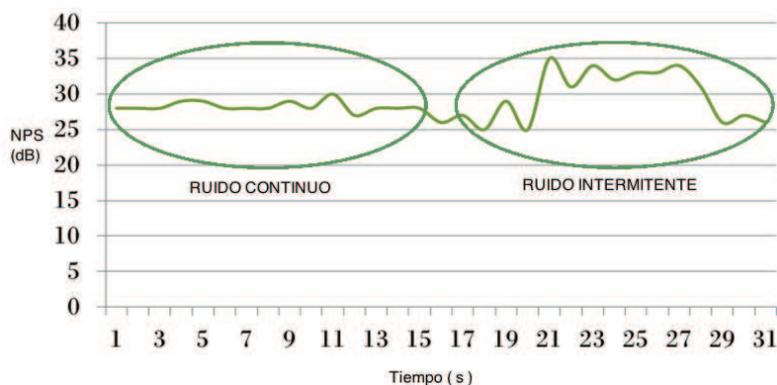
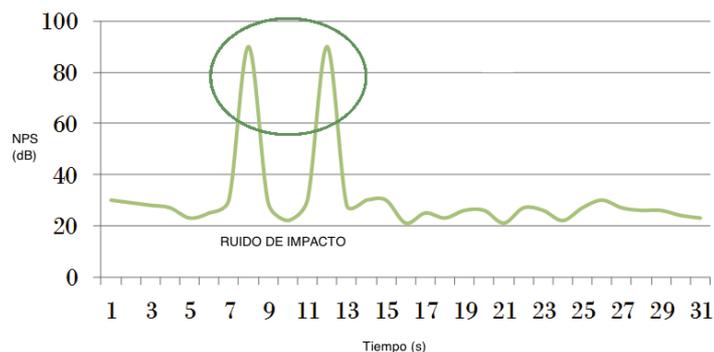


Figura 1.1 Ruido Continuo y Ruido Intermitente<sup>5</sup>

- **Ruido de impacto:** Son los ruidos que tienen su causa en golpes simples de corta duración y cuyas variaciones en los niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo.

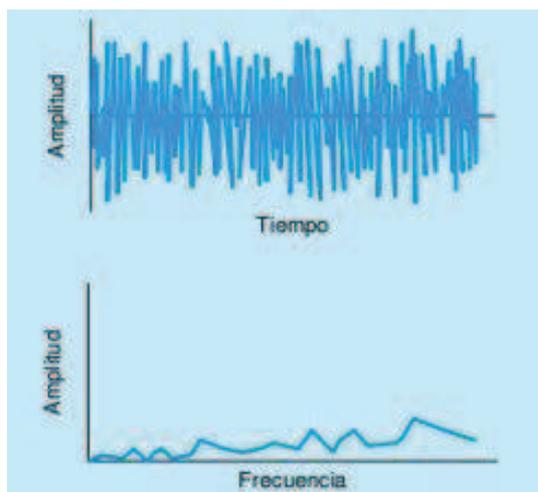
<sup>5</sup>[http://www.sisma.net63.net/index\\_archivos/Page1868.htm](http://www.sisma.net63.net/index_archivos/Page1868.htm)



**Figura 1.2 Ruido de Impacto.**

#### 1.2.3.1.1.2 Las vibraciones.

Las vibraciones se definen como el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento, puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad, o bien aleatorio, que es lo más corriente.



**Figura 1.3 Vibración aleatoria.**

Dependiendo de la frecuencia del movimiento oscilatorio y de su intensidad, la vibración puede causar sensaciones muy diversas que van desde el simple discomfort hasta alteraciones graves de la salud.<sup>6</sup>

Se clasifican en tres categorías, dependiendo de su frecuencia que se mide en Hertzios (Hz).

---

<sup>6</sup> <http://factorderiesgofisicovibracion.blogspot.com>

- Vibraciones de muy baja frecuencia (menos de 2Hz):

Aparecen al viajar en avión, barco o tren; y ocasionan molestias en el sistema nervioso central, pudiendo provocar náuseas, vómitos, palidez, sudor frío, etc.

- Vibraciones de baja frecuencia (de 2 a 20 Hz):

Aparecen al conducir máquinas en movimiento (camionetas, tractores, grúas, carretillas elevadoras, etc.); y ocasionan dolores lumbares y abdominales, problemas visuales y de equilibrio, dolores de cabeza, trastornos de sueño, etc.

- Vibraciones de alta frecuencia (más de 20 Hz hasta 1000 Hz):

Aparecen con el uso de taladros, pulidoras, remachadoras, clavadoras, martillos rompedores de pavimentos, etc.; y ocasionan dolencias físicas y psíquicas muy graves si su uso es continuado en el tiempo.

Para protegerse contra las vibraciones deben mantenerse las máquinas y herramientas en perfecto estado, aisladas y equilibradas. Además deberán llevar los correspondientes dispositivos amortiguadores. Para medir dichas vibraciones se utilizan equipos llamados acelerómetros.

### Acelerómetros

Los acelerómetros son dispositivos para medir aceleración y vibración. Estos dispositivos convierten la aceleración de gravedad o de movimiento, en una señal eléctrica analógica proporcional a la fuerza aplicada al sistema, o mecanismo sometido a vibración o aceleración. Esta señal analógica indica en tiempo real, la aceleración instantánea del objeto sobre el cual el acelerómetro está montado.<sup>7</sup>

#### *1.2.3.1.1.3 La iluminación.<sup>8</sup>*

La luz se define como una onda electromagnética compuesta por fotones, cuya frecuencia y energía determinan la longitud de onda de un color que puede ser percibido por el ojo humano. El espectro visible, no posee límites, pero por lo

---

<sup>7</sup>[http://www.ing.ula.ve/~dpernia/pdfs/vibracion\\_mecanica.pdf](http://www.ing.ula.ve/~dpernia/pdfs/vibracion_mecanica.pdf)

<sup>8</sup>“La seguridad Industrial su administración”, Grimaldi – Simonds, pg 339

general el ojo humano sólo es capaz de ver longitudes de ondas que van desde el 400 a 700 nanómetros (nm).

Por lo que si la iluminación no es la adecuada en el puesto de trabajo puede producir fatiga visual, accidentes laborales y enfermedades oculares. La actual legislación sobre este riesgo laboral indica que se debe dar preferencia a la iluminación natural sobre la artificial, complementándose la natural con la artificial cuando no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas.

La iluminación general tendrá asimismo preferencia sobre la iluminación localizada, pudiendo usarse ésta como complemento en zonas concretas donde se requiera más iluminación. Deberá utilizarse una iluminación que no produzca deslumbramientos ni oscilaciones, y deberá ser la suficiente para cada puesto de trabajo.

Por último, en los lugares de trabajo donde un fallo de alumbrado suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores se dispondrá de un alumbrado de emergencia, de evacuación y de seguridad.

Iluminación general. Este sistema está formado casi siempre por fuentes de luz distribuidas a varios metros por encima del piso. La luz que produzcan debe ser tan uniforme como resulte práctico, de tal manera que cualquier lugar del cuarto de trabajo esté bien iluminado.

Iluminación general localizada. Cuando se trate de operaciones especiales en su naturaleza y colocadas en lugares en que la distribución uniforme de luz en todo el sector, resulta poco práctica o innecesaria, es común dirigir la luz a la máquina. Esto tiene el efecto de suministrar una calidad relativamente intensa de luz en tales lugares, e iluminar los sectores adyacentes.

Iluminación suplementaria. Las tareas en que es difícil ver con detalle, tales como las operaciones de precisión, o un trabajo fino de banco, necesitan con frecuencia una cantidad de luz y una calidad en esta superiores a la que se tiene económicamente por medio de la iluminación general. En tales casos se suministran unidades suplementarias de luz, las cuales deben estar de tal manera que su destello y la relación en iluminación no resulte excesiva.

Iluminación de emergencia. Aunque no sea necesario el que se utilice la iluminación de emergencia para ayudar en las operaciones de producción, debe ser una fase importante de la instalación de iluminación.

#### *1.2.3.1.1.4 Calor.<sup>9</sup>*

El calor está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas, o entre un sistema y sus alrededores, debido a una diferencia de temperatura. Es decir, una interacción de energía es calor sólo si ocurre debido a una diferencia de temperatura. Entonces se deduce que no puede haber ninguna transferencia de calor entre dos sistemas que se hallan a la misma temperatura.

#### *1.2.3.1.1.5 Electricidad.*

La corriente eléctrica se define como el desplazamiento de cargas eléctricas a lo largo de un conductor a causa de una diferencia de potencial, hasta que los cuerpos estén al mismo potencial eléctrico. Para que la corriente sea permanente entre los dos puntos unidos, siempre debe existir una diferencia de potencial permanente.

La electricidad puede crear riesgos y ser responsable de lesiones y daños cuando:

- Una persona pasa a constituir parte de un circuito eléctrico. El resultado puede ser un choque eléctrico.
- En los elementos de un circuito eléctrico no protegido existe una sobrecarga eléctrica, y se calienta, puede llegar a producirse un incendio al alcanzar la temperatura de ignición de los materiales próximos a las superficies calientes.
- Cuando se producen arcos o chispas debido en general al salto de electricidad de un conductor a otro cuando se abre o cierra un contacto eléctrico, tal como ocurre al accionar interruptores o al descargar la electricidad estática. Puede producirse un incendio cuando el arqueo o

---

<sup>9</sup> "Termodinámica", Yunus A. Cengel, pg 60

chisporroteo se produce en una atmosfera que contiene una mezcla de una sustancia inflamable.

Uno de los principios básicos de la electricidad se conoce como la ley de OHM, que describe la siguiente relación: La fuerza o presión (voltios) para transmitir corriente a través de un conductor es igual a la velocidad del flujo de corriente (amperios) multiplicada por la resistencia (ohmios) del conductor al flujo de la corriente.

$$E = IR \quad \text{Ec. (1.1)}$$

Donde E se expresa en voltios, I en amperios y R en Ohms.<sup>10</sup>

#### 1.2.3.1.1.6 Radiación.<sup>11</sup>

Es la energía asociada a las ondas de tipo electromagnético que es emitida en forma de fotones. Las radiaciones electromagnéticas se clasifican en función de la frecuencia y la longitud de onda asociadas

Su principal problema es que son acumulativas en el organismo humano ya que éste no es capaz de eliminarla una vez absorbida.

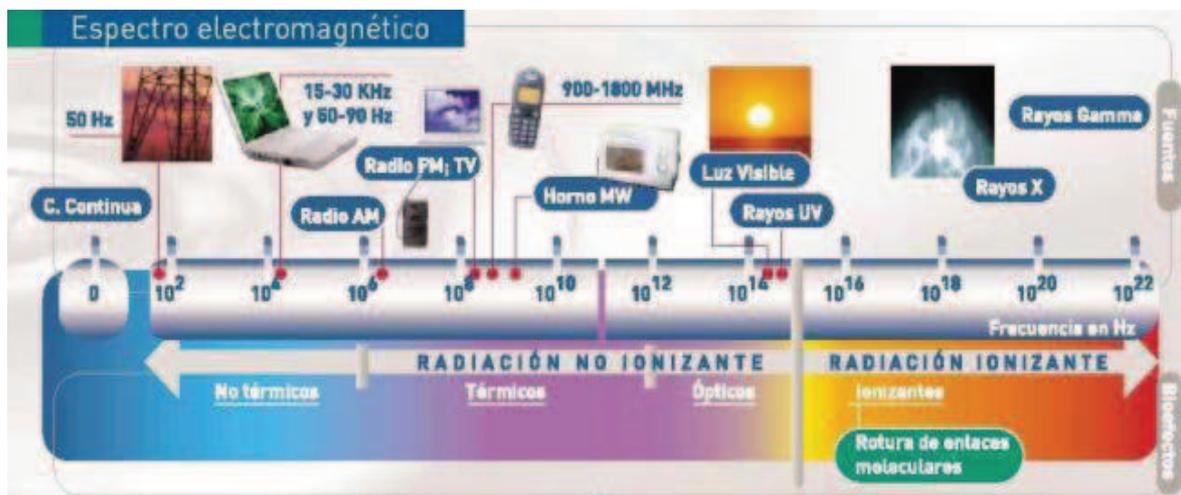


Figura 1.4 Espectro electromagnético<sup>12</sup>

<sup>10</sup>“La seguridad Industrial su administración”, Grimaldi – Simonds, pg 400 - 401

<sup>11</sup>“La Salud Laboral en las empresas españolas”, Alfredo San Martín Sanz, pg 183-186

<sup>12</sup>[http://www.ionizantes.ciemat.es/sobre\\_radiaciones.php](http://www.ionizantes.ciemat.es/sobre_radiaciones.php)

Existen dos tipos de radiaciones:

❖ Radiaciones ionizantes:

Son aquellas radiaciones cuyas partículas o fotones transportan la suficiente energía como para provocar la ionización de átomos que encuentran a su paso, ya sea de forma directa o indirecta

Las producen principalmente los materiales usados en las centrales nucleares. Ocasionalmente en el organismo humano múltiples dolencias a corto y largo plazo, siendo la más habitual la leucemia y otros tipos de cáncer.

Para protegerse de ellas en el mundo laboral deben colocarse barreras y señalización entre las fuentes de radiación y los trabajadores, aislando las partes del organismo humano más expuestas a ellas; y a nivel individual es conveniente entrar en lugares de riesgo de radiación ionizante solamente en aquellas situaciones en que sea imprescindible hacerlo.

El tipo de radiaciones que entran en este grupo son las siguientes:

- Rayos X. [ $f$ :  $3 \cdot 10^{18}$  Hz,  $\lambda$ : 10-10m]
- Rayos gama [ $f$ :  $3 \cdot 10^{20}$  Hz,  $\lambda$ :  $10^{-12}$ m]

❖ Radiaciones no ionizantes:

Son aquellas radiaciones electromagnéticas cuyos fotones tienen niveles de energía inferiores a los que se requieren para provocar la ionización de los átomos.

Ocasionalmente en el organismo humano dolencias menos graves que las anteriores, siendo las más habituales las afecciones de la piel y ojos (cataratas, quemaduras de retina, etc.). Sin embargo, una exposición larga y prolongada en el tiempo a múltiples focos de radiaciones no ionizantes puede llegar a provocar problemas de salud muy graves como en el caso anterior.

Para protegerse de ellas en el mundo laboral se utilizan pantallas que impiden su paso y diversas prendas de protección personal entre las que cabe destacar las gafas y las pantallas con filtros; y a nivel individual es conveniente evitar en todo

lo que sea posible la exposición prolongada reduciendo el uso de aparatos que emitan este tipo de radiaciones, y en general alejarse si fuera posible de estas fuentes de radiación no ionizante.

El tipo de radiaciones que entran en este grupo son las siguientes:

- Ondas de radio. [ $f$ : Entre  $3 \cdot 10^4$  Hz y  $3 \cdot 10^{10}$  Hz,  $\lambda$ : Entre  $10^4$  m y  $10^{-2}$  m]
- Microondas [ $f$ : Entre  $3 \cdot 10^{10}$  Hz y  $3 \cdot 10^{12}$  Hz,  $\lambda$ : Entre  $10^{-2}$  m y  $10^{-4}$  m]
- Infrarrojos. [ $f$ : Entre  $3 \cdot 10^{12}$  Hz y  $3 \cdot 10^{14}$  Hz,  $\lambda$ : Entre  $10^{-4}$  m y  $10^{-6}$  m]
- Luz visible [ $f$ : Entre  $3 \cdot 10^{14}$  Hz y  $3 \cdot 10^{15}$  Hz,  $\lambda$ : Entre  $10^{-6}$  m y  $10^{-7}$  m]
- Ultravioletas. [ $f$ :  $3 \cdot 10^{16}$  Hz,  $\lambda$ :  $10^{-8}$  m]

#### 1.2.3.1.2 Agentes Químicos<sup>13</sup>

Es todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

Los agentes químicos se pueden clasificar de la siguiente manera:

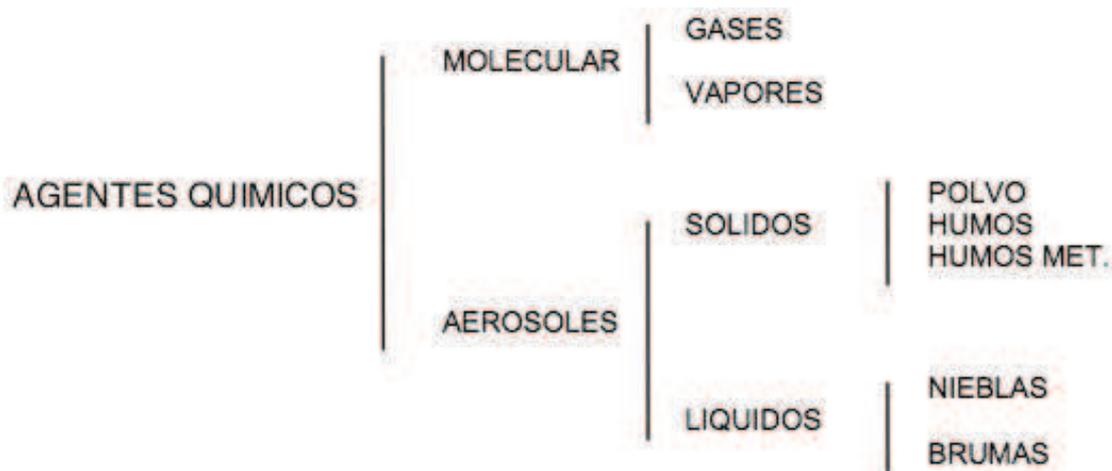


Figura 1.5 Clasificación agentes químicos<sup>14</sup>

<sup>13</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>

- Gases

Son sustancias que a temperatura y presión ambiental normal, (25°C y 760 mmHg), están en estado gaseoso; pueden pasar a estado líquido o sólido por el efecto combinado de un aumento de la presión y una disminución de la temperatura. La manipulación de gases implica siempre un riesgo de exposición, a menos que el proceso se realice en un sistema cerrado.

- Vapores

Los vapores son la forma gaseosa de sustancias que normalmente se encuentran en estado líquido o sólido a temperatura ambiente y presión normal. Cuando un líquido se evapora, pasa a estado gaseoso y se mezcla con el aire que le rodea. Un vapor puede considerarse como un gas, cuya concentración máxima depende de la temperatura y de la presión de saturación de la sustancia. Todo proceso que incluye una combustión genera vapores o gases.

- Aerosoles

Los líquidos pueden estar compuestos de una sustancia pura o de una solución de dos o más sustancias (disolventes, ácidos, compuestos alcalinos). Un líquido almacenado en un recipiente abierto se evapora parcialmente a la fase gaseosa. La concentración de equilibrio en la fase gaseosa depende de la presión de vapor de la sustancia, su concentración en la fase líquida y la temperatura.

- Nieblas

La niebla está compuesta por gotas de líquido en suspensión, que se forman por condensación del estado gaseoso al pasar a estado líquido o por la fragmentación de un líquido en un estado disperso por salpicadura, formación de espuma o atomización.

---

<sup>14</sup><http://www.cps.unizar.es/~proter/Articulos/Curso%20higiene.pdf>

- Polvo

El polvo se compone de partículas inorgánicas y orgánicas, que pueden clasificarse como inhalables, respirables, dependiendo del tamaño de la partícula. La mayor parte del polvo orgánico es de origen biológico. El polvo inorgánico se genera en procesos mecánicos. El polvo puede dispersarse cuando se manipula material polvoriento o cuando es arrastrado por corrientes de aire causadas por el tráfico.

- Humo

El humo está formado por partículas sólidas vaporizadas a elevada temperatura y condensadas en pequeñas partículas. Las partículas que constituyen el humo son extremadamente pequeñas, normalmente menores de 0,1  $\mu\text{m}$ , y suelen agregarse en unidades de mayor tamaño.

- Humo metálico.

Estos son suspensiones en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso. A menudo va acompañada de una reacción química generalmente de oxidación.

#### *1.2.3.1.3 Riesgos Biológicos*

Esto riesgos consiste en la presencia de un organismo, o la sustancia derivada de un organismo, que plantea, sobre todo, una amenaza a la salud humana.

Los agentes biológicos se clasifican en cinco categorías, que de mayor a menor gravedad son las siguientes:

- Virus. Son la forma de vida más simple, y para poder sobrevivir y poder reproducirse deben penetrar en un ser vivo. Las principales enfermedades que pueden causar los virus son: la hepatitis vírica, la rabia, la gripe, etc.

- Bacterias. Son organismos más complejos que los anteriores y si pueden sobrevivir fuera de un ser vivo. Algunas bacterias incluso pueden elaborar esporas para sobrevivir en condiciones adversas durante largo tiempo.
- Protozoos. Son organismos microscópicos, unicelulares, que viven en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, ya sean aguas saladas o aguas dulces
- Hongos. Son formas de vida vegetal y microscópica, su principal incidencia en la personas se manifiesta a través de la piel.
- Gusano parasitario,.es un organismo que vive a expensas de otro organismo o dentro de él

### **1.2.3.2 RIESGOS INESPECIFICOS**

#### *1.2.3.2.1 Riesgos Psicosociales*

Los ambientes poco agradables y los excesos de trabajo pueden provocar un daño psicológico que repercute en el ámbito social, llevando al aislamiento y depresión severa, llevando al empleado a alejarse del ambiente de grupo laboral.<sup>15</sup>

Los problemas psicosociales son:

- Los turnos rotativos.
- Trabajo nocturno.
- Trabajo a presión.
- Alta responsabilidad.
- Sobrecarga mental.
- Minuciosidad de la tarea.
- Trabajo monótono.
- Déficit en la comunicación.

---

<sup>15</sup><http://seguridadindustrialysaludocupacional.com/category/riesgo-bioogico/>

- Inadecuada supervisión.
- Relaciones interpersonales inadecuadas.
- Desmotivación.
- Desarraigo familiar.
- Agresión o maltrato.
- Inestabilidad emocional.

#### 1.2.3.2.2 Riesgos Disergonómicos<sup>16</sup>

Los riesgos disergonómicos son aquellos que se derivan del desempeño de la actividad laboral en sí, de las relaciones del individuo con su medio de trabajo y de las posturas que adopte. Por otro lado, también influyen las características individuales del trabajador, de su lugar de trabajo, de la organización, así como de las herramientas y maquinaria que utilice, entre otras.

Entre los principales riesgos disergonómicos que afectan a los diferentes profesionales son los siguientes:

- Sobreesfuerzo físico.
- Levantamientos manuales de objetos.
- Movimiento corporal repetitivo.
- Posiciones forzada.
- Uso inadecuado de pantallas de visualización.

#### 1.2.3.3 RIESGOS MECÁNICOS<sup>17</sup>

Se entiende por riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

Las máquinas pueden poseer algún tipo de energía, ya sea energía cinética de elementos en movimiento u otras formas de energía (eléctrica, neumática, etc.).

---

<sup>16</sup><http://www.infanciayriesgoslaborales.org/riesgos-comunes/riesgos-ergonomicos/>

<sup>17</sup>Prevención de Riesgos Laborables; Universidad Carlos III de Madrid; Riesgos Mecánicos; 30/09/2010

Las formas elementales de riesgo mecánico son:

#### *1.2.3.3.1 Riesgo de cizallamiento*

Este riesgo se encuentra localizado en los puntos donde se mueven los filos de dos objetos lo suficientemente juntos el uno de otro, como para cortar material relativamente blando.

#### *1.2.3.3.2 Riesgo de atrapamientos o de arrastres*

Se debe a zonas formadas por dos objetos que se mueven juntos, de los cuales al menos uno, rota como es el caso de los cilindros de alimentación, engranajes, correas de transmisión, etc. Las partes del cuerpo que más riesgo corren de ser atrapadas son las manos y el cabello, también es una causa de los atrapamientos y de los arrastres la ropa de trabajo utilizada.

#### *1.2.3.3.3 Riesgo de aplastamiento*

Las zonas de peligro de aplastamiento se presentan principalmente cuando dos objetos se mueven uno sobre otro, o cuando uno se mueve y el otro está estático. Este riesgo afecta principalmente a las personas que ayudan en las operaciones de enganche, quedando atrapadas entre la máquina y apero o pared. También suelen resultar lesionados los dedos y manos.

#### *1.2.3.3.4 Proyección de partículas*

Muchas máquinas en funcionamiento normal expulsan partículas, pero entre estos materiales se pueden introducir objetos extraños como piedras, ramas y otros, que son lanzados a gran velocidad y que podrían golpear a los operarios.

Las máquinas también pueden proyectar líquidos como los contenidos en los diferentes sistemas hidráulicos, que son capaces de producir quemaduras y alcanzar los ojos, además son muy comunes las proyecciones de fluidos a presión.

Los riesgos mecánicos son:

- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.

- Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos
- Caídas de personas a diferentes niveles
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas o choques con objetos desprendidos
- Cizallamientos
- Desplome- Derrumbamiento
- Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )
- Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto
- Contacto con herramientas o máquinas
- Contacto con equipos o elementos a altas presiones
- Golpes por punzamientos
- Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)

#### **1.2.4 INCIDENTE**

Evento que da lugar a un accidente o que tiene el potencial para producir un accidente. Un incidente en que no ocurre ninguna lesión, enfermedad, daño, u otra pérdida se denomina también cuasi – pérdida.<sup>18</sup>

#### **1.2.5 ENFERMEDAD OCUPACIONAL O PROFESIONAL**

Se considera enfermedad ocupacional, a toda alteración de la salud que se presenta en forma aguda o crónica ocasionada como consecuencia del trabajo que se desempeña o por exposición a agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el ambiente de trabajo.<sup>19</sup>

Las enfermedades ocupacionales y factores de riesgo según OIT son:

---

<sup>18</sup><http://www.emagister.com/curso-calidad-seguridad-medio-ambiente/definicion-accidente-incidente-causas-accidentes>

<sup>19</sup> <http://radio.rpp.com.pe/saludenrpp/las-enfermedades-ocupacionales/>

- Neumoconiosis, causada por polvos minerales esclerógenos (silicosis, antracosilicosis, asbesticosis) y silicosis – tuberculosis, siempre que la silicosis sea una causa determinante de incapacidad o muerte.
- Bronconeumopatías, causadas por el polvo de metales
- Enfermedades broncopulmonares causadas por el polvo de algodón (bisinosis), de lino, de cañamo o de sisal.
- Asma profesional, causada por agentes sensibilizantes o irritantes reconocidos como tales e inherentes al tipo de trabajo.
- Alveolitis alérgicas extrínsecas y sus secuelas causadas por la inhalación de polvos orgánicos, según lo prescrito en la legislación nacional.
- Enfermedades causadas por el berilio (glucinio) o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el cadmio o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el fósforo o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el cromo o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el manganeso o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el arsénico o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el mercurio o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el plomo o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el flúor o sus compuestos tóxicos.
- Enfermedades causadas por el sulfuro de carbono.
- Enfermedades causadas por los derivados halogenados tóxicos de los hidrocarburos alifáticos o aromáticos.
- Enfermedades causadas por el benceno o sus homólogos tóxicos.
- Enfermedades causadas por los derivados nitrados y amínicos tóxicos del benceno o de sus homólogos.
- Enfermedades causadas por la nitroglicerina u otros ésteres del ácido nítrico.
- Enfermedades causadas por los alcoholes, los glicoles o las cetonas.
- Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes: óxido de carbono, cianuro de hidrógeno o sus derivados tóxicos, hidrógeno sulfurado.
- Afección auditiva causada por el ruido

- Enfermedades causadas por las vibraciones (afecciones de los músculos de los tendones, de los huesos, de las articulaciones, de los vasos sanguíneos periféricos o de los nervios periféricos).
- Enfermedades causadas por el trabajo en aire comprimido.
- Enfermedades causadas por radiaciones ionizantes.
- Enfermedades de la piel causadas por agentes físicos, químicos o biológicos no considerados en otras rubricas.
- Epiteliomas primitivos de la piel causados por el alquitrán, brea, betún, aceites minerales, antraceno o los compuestos, productos o residuos de esas sustancias.
- Cáncer de pulmón o mesotelioma causados por el amianto.
- Enfermedades infecciosas o parasitarias contraídas en una actividad que implique un riesgo especial de contaminación.<sup>20</sup>

### **1.2.6 ACCIDENTE**

Se denomina accidente al suceso imprevisto e indeseado que afecta negativamente a personas o bienes materiales. Esta afección puede incidir en la salud psíquica, en la salud física, o por lo menos, generar contratiempos a través de problemas que requieran una solución en el corto, mediano o largo plazo.<sup>21</sup>

#### **1.2.6.1 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES<sup>22</sup>**

Los accidentes ocurren porque la gente comete actos inseguros o subestándares; porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. El principio de la prevención de los accidentes señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que se pueden evitar al identificar y controlar las causas que los producen:

---

<sup>20</sup><http://www.sabelotodo.org/laborsegura/tiposenferprofe.html>

<sup>21</sup><http://www.definicionabc.com/general/accidentes.php>

<sup>22</sup>Apuntes Seguridad Industrial, ingeniería Mecánica, Dt. Miguel Landivar

### ❖ **Causas Directas**

- **Condiciones Inseguras o Subestándares.** Definida como cualquier acción u omisión de la persona que trabaja, lo que puede llevar a la ocurrencia de un accidente.

Las cuales pueden ser:

- **Inherente.** Es decir propio, inseparable y son de la misma naturaleza.
- **Adquirido.** Es el que incorpora al material por invención o intervención de las personas.
- **Actos o acciones inseguras.** Definida como cualquier condición del ambiente laboral que puede contribuir a la ocurrencia de un accidente. Es decir la violación a un procedimiento de seguridad preestablecido.

No todas las condiciones inseguras producen accidentes, pero la repetición de un acto inseguro, y la permanencia de una condición insegura en un lugar de trabajo puede producir un accidente.

- ***Condiciones inseguras***
  - Falta o inadecuada protección y resguardos
  - Equipos, maquinas, elementos, materiales defectuosos.
  - Congestión en las instalaciones.
  - Carencia o deficiencias en la señalización.
  - Atmosferas inflamables y/o explosivas
  - Falta de orden, aseo y limpieza en la planta.
  - Presencia de aerosoles, material particulado, gases y vapores.
  - Ruido sobre niveles de presión sonora admitidos.
  - Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
  - Mala iluminación.
  - Deficiente ventilación.
  - Almacenamiento inseguro.
  - Riesgos eléctricos o de electrocución.
  - Superficies de trabajo en mal estado, resbaloso o inseguro.

- **Actos inseguros**

- Operar sin autorización.
- No avisar el peligro.
- Velocidades altas incontrolables.
- Poner fuera de servicio los dispositivos de seguridad.
- Usar equipo defectuoso.
- Usar equipo incorrecto.
- No usar equipo de protección personal.
- Cargo o ubicación de puesto incorrecto.
- Levantamiento, manejo y transporte de materiales inseguros.
- Mantenimiento de equipos de funcionamiento.
- Bromas pesadas
- Uso de bebidas alcohólicas y drogas.

- ❖ **Causas Indirectas**

- **Factor Humano:** Explican por qué la gente no actúa como debiera.
  - Física o Fisiológica: De funcionamiento.
    - Órganos y sentidos
      - Vista
      - Oído
      - Olfato
      - Tacto
    - Edad. La dificultad al trabajar debido a la disminución de los reflejos.
    - Constitución genética deficiente. Debido a la presencia de enfermedades orgánicas.
    - Constitución individual.
      - Biométrico. Relacionado a las medidas y dimensiones del cuerpo.
      - Biomecánico. Relacionado con la fuerza, con los movimientos del cuerpo.
      - Antropometría. Relacionado con posturas, amplitudes de gesto, posición del cuerpo.

- Psíquico – Mental
  - Las limitaciones de orden mental.
  - Orden depresivo
  - Fobias
  - Psicológicos.
    - Percepción.
    - Atención.
    - Inteligencia.
    - Emociones.
- Psíco – Social
  - Actitudes.
    - Machismo
    - Escepticismo
    - Fatalismo
    - Egoísmo
    - Temeridad
    - Indisciplina
    - competitividad
- Factores de trabajo técnico
  - Diseño
  - Mantenimiento
  - Calidad
  - Materiales.

### 1.2.6.2 PRESTACIONES<sup>23</sup>

#### 1.2.6.2.1 Prestaciones por accidentes de trabajo.

El derecho a las prestaciones originadas por accidente de trabajo se genera desde el primer día de labor del trabajador, bajo relación de dependencia o sin

---

<sup>23</sup>Resolución 390 del IESS

ella, para lo cual el afiliado deberá estar registrado en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social mediante el respectivo aviso de entrada en el Sistema Historia Laboral, de conformidad con el art 73 de la Ley de Seguridad Social.

En el caso de que el trabajador con o sin relación de dependencia no se encontrase registrado en el IESS, se generara responsabilidad patronal de conformidad con la ley y la reglamentación interna.

#### *1.2.6.2.2 Prestaciones por enfermedad profesional u ocupacional*

El derecho a las prestaciones por enfermedad profesional u ocupacional se genera de acuerdo con lo que contempla la Ley de Seguridad Social, para los trabajadores bajo relación de dependencia o sin ella, que hubieren cubierto por lo menos 6 aportaciones mensuales, previo al diagnóstico inicial de la enfermedad profesional u ocupacional.

Los trabajadores a tiempo parcial tendrán derecho a las prestaciones de este Seguro, siempre que tuvieren registrados en el IESS al menos 180 días de aportación, inmediatamente anteriores al diagnóstico inicial de la enfermedad profesional u ocupacional.

Para efectos de concesión de las prestaciones del Seguro General del Riesgos de Trabajo, las enfermedades profesionales u ocupacionales agudas se consideraran como accidentes de trabajo, por lo tanto su protección debe darse conforme lo determina este reglamento.

#### *1.2.6.2.3 Efectos de los siniestros*

Los accidentes de trabajo o enfermedades profesionales u ocupacionales pueden producir las siguientes consecuencias en los asegurados:

- Incapacidad temporal
- Incapacidad permanente parcial
- Incapacidad permanente total
- Incapacidad permanente absoluta
- Muerte

#### 1.2.6.2.4 *Clasificación del siniestro y entrega de prestaciones asistenciales y económicas del seguro general de riesgos del trabajo.*

Para la entrega de presentaciones a los afiliados sujetos al seguro general de riesgos del trabajo, se dará el siguiente procedimiento:

- Clasificación del siniestro laboral. Una vez receptado el aviso de accidente de trabajo o de enfermedad profesional y los documentos habilitantes, definidos en los procesos del seguro general de riesgos del trabajo, la unidad provincial determinará si el siniestro ocurrió o no a causa o como consecuencia del trabajo, entrevistando para tal trabajador afectado y procederá a generar los informes, que establezcan el derecho para el otorgamientos o negación de las prestaciones.
- Entrega de prestaciones asistenciales y económicas. Una vez calificado el siniestro laboral y verificado el derecho se concederán las siguientes prestaciones:
  - Prestaciones medico asistenciales: Los servicios médicos asistenciales serán otorgados de acuerdo a la ley y la reglamentación interna, a través de las unidades médicas de la red de prestadores de servicios de salud del Seguro General de Salud Individual y Familiar, información que remitirá trimestralmente dicho Seguro al Seguro General de Riesgos del Trabajo.
  - Prestaciones económicas: El Seguro General de Riesgos del Trabajo concederá a nivel nacional las prestaciones económicas en función de la incapacidad, en aplicación a lo señalado en la Ley de Seguridad Social y demás normativa interna.

#### 1.2.6.3 INDEMNIZACIONES<sup>24</sup>

Estas se deben pagar a personas que en el ejercicio, o por motivo de trabajo sufran un accidente para los cual deberá ser.

En el caso de:

---

<sup>24</sup> <http://www.iess.gob.ec/site.php?content=33-riesgos-del-trabajo>

a) TRABAJADORES:

**Incapacidad temporal**, que impide laborar al trabajador, durante un período de tiempo no mayor de un año, debido al accidente o enfermedad profesional, mientras reciba atención médica, quirúrgica, hospitalaria o de rehabilitación. Cuando se trate de períodos de observación por enfermedad profesional, la suspensión del trabajo será debidamente prescrita.

En casos excepcionalmente calificados por la Comisión de Evaluación de las incapacidades, la duración máxima de esta incapacidad será de 12 meses. Si la incapacidad sobrepasa el año, el afiliado tiene derecho a una pensión equivalente al 80%, calculada de acuerdo al reglamento respectivo.

Mientras persista esta incapacidad el subsidio en dinero será igual al 75% del sueldo o salario de cotización durante las 10 primeras semanas y 66% durante el tiempo posterior a esas 10 primeras semanas.

**Incapacidad permanente parcial**, la que existe una merma a la integridad física y a la capacidad de trabajar. La pensión se calcula de acuerdo con un cuadro valorativo de incapacidades, que consta en el Art. 24 del Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo.

**Incapacidad permanente total**, la que imposibilita totalmente al trabajador para la realización de todas o de las fundamentales tareas de su profesión u oficio habituales. Para su determinación la Comisión Valuadora exigirá los exámenes médicos respectivos.

Declarada la incapacidad el asegurado recibirá una renta mensual equivalente al 80% del promedio mensual de los sueldos o salarios del último año de aportación o del promedio mensual de los cinco primeros años, si este fuera superior.

**Incapacidad permanente absoluta**, cuando el trabajador es incapacitado totalmente para todo trabajo, y requiere cuidado y atención permanentes. En este caso, el asegurado tiene derecho a una pensión mensual equivalente al 100% del promedio de sueldos o salarios sobre los que aportó en el último año o del promedio mensual de los cinco mejores años, si éste fuere superior.

**Muerte**, en este caso, sin considerar el tiempo de aportación, los deudos tienen derecho a los beneficios de la Cooperativa Mortuoria. Las pensiones de mantención se calculan sobre la renta de incapacidad permanente o total que le habría correspondido al causante al momento de su muerte.

b) ESTUDIANTES:

Ya que los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional no están afiliados al IESS, en el caso de algún accidente la institución cuenta con un seguro propio el cual es prestado hoy por hoy por Seguros Cervantes, cuyos beneficios se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 1.1 Cobertura Seguro Estudiantes<sup>25</sup>**

Muerte por Accidente	USD 1.850.00
Incapacidad total y permanente por accidente	USD 1.850.00
Desmembración accidental	USD 1.850.00
Gastos médicos por accidente	USD 650.00
Beca estudiantil en caso de muerte por cualquier causa del representante legal del estudiante	USD 660.00
Gastos de sepelio por accidente	USD 220.00

### 1.2.7 LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Las técnicas de seguridad industrial se pueden clasificar de la siguiente manera.

**Tabla 1.2 Cobertura Seguro Estudiantes<sup>26</sup>**

TIPOS DE TÉCNICAS Y FORMA DE ACTUACIÓN			ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS	CONTROL DE RIESGOS	
				PREVENCION	PROTECCION
TÉCNICAS GENERALES	TÉCNICAS ANALITICAS	Anteriores al accidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecciones de seguridad.</li> <li>• Análisis de trabajo</li> </ul>	-	-

<sup>25</sup> Bienestar Estudiantil EPN, Seguros Cervantes

<sup>26</sup> "Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo", José Cortés Díaz, pg 107

		Posteriores al accidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estadístico</li> <li>• Notificación</li> <li>• Registro</li> <li>• Investigación</li> </ul>	
	TÉCNICAS OPERATIVAS	Factor técnico Concepción	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y protección de instalaciones</li> <li>• Diseño de equipos</li> <li>• Estudio y mejora de métodos</li> <li>• Normalización</li> </ul>
		Factor técnico Corrección	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de seguridad</li> <li>• Señalización</li> <li>• Mantenimiento preventivo</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Defensas y resguardos</li> <li>• Protección individual</li> </ul>
				Normalización
		Factor Humano	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de personal</li> <li>• Cambio de comportamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Formación</li> <li>○ Adiestramiento</li> <li>○ Propaganda</li> <li>○ Acción de grupo</li> <li>○ Incentivo</li> <li>○ Disciplina</li> </ul> </li> </ul>
TÉCNICAS ESPECÍFICAS	Son las que resultan con la aplicación de las técnicas generales a la detección y corrección de peligros concretos o específicos.			

Para nuestro caso nos vamos a especificar en la técnica operativa de factor técnico de corrección que es la señalización.

### 1.2.7.1 SEÑALIZACIÓN

Esta técnica operativa aplicada en Seguridad Industrial tiene como objetivo fundamental de señalar y avisar las situaciones de riesgo, para que se pueda reaccionar a tiempo y evita cometer acciones que podrían tener como consecuencia un accidente.

Además de señalar el peligro también facilitan información sobre los medios a utilizar y la forma de comportarse para eludirlo. Como aplicación complementaria, esta técnica se utiliza también para indicar la situación y reconocer fácilmente,

dispositivos, equipos y sustancias que tengan importancia desde el punto de vista de Seguridad Industrial

Esta no actúa eliminando riesgos, sino que básicamente se limita a advertir que éste existe y dónde se encuentra, tratando de condicionar la actuación del individuo para que lo evite.

### **1.2.7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑALIZACIÓN<sup>27</sup>**

El objetivo de la señalización es enviar una advertencia al cerebro de las personas, las cuales van a ser recibidas por los diferentes sentidos los cuales son principalmente la vista, el oído y finalmente el olfato y tacto.

Por lo que se las señales se pueden dividir en

- c) Señales Ópticas o Visuales
- d) Señales Acústicas o Auditivas
- e) Señales Olfativas
- f) Señales Táctiles.

### **1.2.7.3 SEÑALES ÓPTICAS O VISUALES**

La señalización más importante es aquella que se aprecia con la vista y que se denomina óptica. Ella consiste en la determinación de señales de prohibición, obligación, advertencia e información por el conjunto de colores y formas.

La señalización óptica es acentuada a través de la iluminación que se aplica a ciertas señales cuando los riesgos a evitar son de cierta entidad, como los referentes a máquinas peligrosas o a sistemas de emergencia y evacuación.

#### **❖ Clasificación de las señales Ópticas**

- De seguridad y salud en el trabajo.
- De prohibición, las cuales prohíben el comportamiento susceptible de provocar un peligro.

---

<sup>27</sup> [http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/980/7/Capitulo\\_4.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/980/7/Capitulo_4.pdf)

- De obligación, estas señales obligan a un comportamiento determinado
- De advertencia, las cuales advierten de un peligro.
- De salvamento o de socorro, una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- De información, nos indica una señalización de seguridad o de salvamento.
- Señal indicativa las cuales nos proporcionan otras informaciones distintas a las descritas tales como prohibición, obligación, advertencia, etc.
- Señal en forma de panel, una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- Señal adicional, una señal utilizada junto a otra, que facilita informaciones complementarias.
- Color de seguridad, un color al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo.
- Símbolo o pictograma, una imagen que describe una situación u obligación a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
- Señal luminosa, una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.
- Señal gestual, un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

#### 1.2.7.4 SEÑALES ACÚSTICAS<sup>28</sup>

La señalización acústica se basa en la emisión de estímulos sonoros que son recibidos de forma instantánea. Puede abarcar grandes extensiones y afectar a una gran población que los recibe al momento.

Para conseguir que el empleo de una señal acústica de peligro sea efectivo, se tendrá siempre en cuenta que esta sea suficientemente audible, claramente diferenciable de otros sonidos presentes en el entorno y con un significado inequívoco. Un parámetro que define las señales acústicas es el siguiente:

- Nivel de presión sonora: valor del nivel de presión sonora, en decibelios, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \log \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad \text{Ec. (1.2)}$$

Siendo  $P_A$  el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales y  $P_0$  es la presión de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  Pa).

##### 1.2.7.4.1 Características y requisitos de uso de las señales acústicas

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán

---

<sup>28</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/senal.pdf>

las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

#### 1.2.7.5 SEÑALES OLFATIVAS

Se basa en la difusión de olores predeterminados que son apreciados por el sentido del olfato. Es decir la necesidad de odorizar todo tipo de gas de tal forma que cualquier fuga pueda ser detectada.

#### 1.2.7.6 SEÑALES TÁCTILES

Se percibe a través del tacto, las manos son las más sensibles a estas señales. Este tipo de señalización está poco extendida ya que depende que tipo de maquinaria se vaya a utilizar y en que se va a emplear para poder aplicarla y que no afecte en el uso cotidiano de esta.<sup>29</sup>

#### 1.2.7.7 TERMINOLOGÍA DE SEÑALIZACIÓN.

- **Color de Seguridad:** Es aquel color al cual se le ha asignado un significado de seguridad.
- **Símbolo de Seguridad:** Es cualquiera de los símbolos o imágenes gráficas usadas en la señal de seguridad.
- **Señal de Seguridad:** Es aquella que transmite un mensaje de seguridad en un caso particular, obtenida a base de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo de seguridad. La señal de seguridad puede también incluir un texto.
- **Color de contraste:** Uno de los dos colores neutrales, blanco o negro, usado en las señales de seguridad.
- **Señal auxiliar:** Señal que incluye solamente texto, que se utiliza, de ser necesario, con la señal de seguridad, para aclarar o ampliar la información.
- **Luminancia:** La luminancia es la intensidad aparente de la luz proveniente o reflejada por un objeto o punto determinado.

---

<sup>29</sup> <http://www.proyectosfindecarrera.com/carteles-seguridad.htm>

## 1.2.7.8 DISPOSICIONES GENERALES

### 1.2.7.8.1 Colores de Seguridad

Tabla 1.3 Colores de Seguridad

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de Prohibición. Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estaciones de primeros auxilios
	Acción obligada Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.
* El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo		

### 1.2.7.8.2 Colores de Contraste

Tabla 1.4 Colores de Seguridad

Color de Seguridad	Color de Contraste
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco
Azul	Blanco

### 1.2.7.8.3 Señales de Seguridad

Tabla 1.5 Señales de Seguridad<sup>30</sup>

DESCRIPCIÓN	COLOR	CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO	FIGURA
-------------	-------	-----------	------------------	--------

<sup>30</sup> <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/439.pdf>

			EN LA SEÑAL	
Prohibición	Rojo	Blanco	Negro	
Advertencia	Amarillo	Negro	Negro	
Seguridad	Verde	Blanco	Blanco	
Obligatoriedad	Azul	Blanco	Blanco	

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y PROCESOS**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

##### **2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES**

El taller de Procesos de Producción Mecánica se encuentra ubicado en el ala noreste del campus “José Rubén Orellana” perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional, entre el edificio “Contacto con el Medio Externo” y el Centro de Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), en los límites del campus adyacentes a la Avenida Toledo.

Como se muestra en la Figura 2.1

En esta planta se encuentran dos laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica pertenecientes al Departamento de Materiales (DMT), los cuales son:

- Laboratorio de Soldadura.
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales.

La edificación tiene un área aproximada de 639,30 m<sup>2</sup> y una altura variable que va desde los 4.50m en la parte inferior hasta los 7,28m en la parte superior.

Posee una estructura metálica, sus paredes son de bloque de 22cm de espesor, posee una cubierta de zinc, las puertas son de madera vidrio y metálicas, la división entre oficinas y áreas está dada por paredes de concreto, madera y malla electros soldada.

En la parte posterior del edificio se tiene una pared a media altura que diferencia al centro de Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) del taller de Procesos de Producción Mecánica.





**Figura 2.2 Fachada Frontal Taller de Procesos de Producción Mecánica (PPM)**

En la Figura 2.2 se observa las características generales anteriormente descritas sobre las instalaciones del edificio de Procesos de Producción Mecánica.

#### **2.1.1.1 PISOS Y PASILLOS**

El piso en todo el taller es de concreto, sólido macizo.

Los pasillos para transitar tienen un ancho promedio de 2m, esta longitud es suficiente para que dos personas puedan transitar libremente pero en caso de emergencia o evacuación no existe ningún tipo de señalización, como se observa en la Figura 2.3

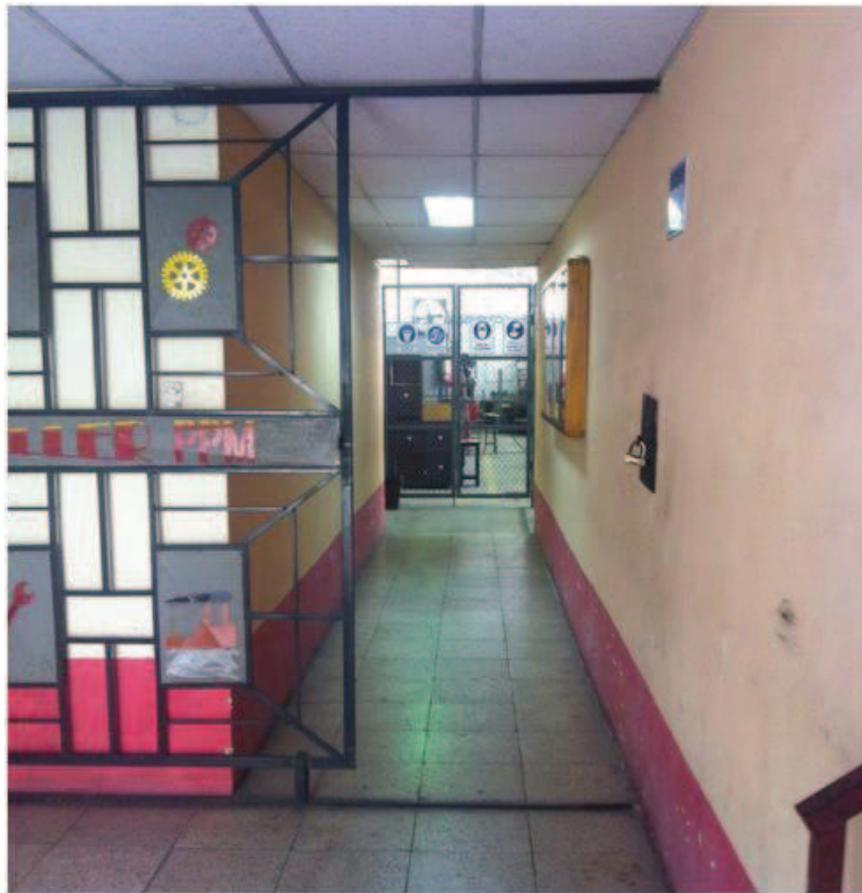


Figura 2.3 Pisos, Pasillos (PPM)

### 2.1.1.2 ACCESOS Y SALIDAS.

Accesos y salidas son puertas que dan al exterior, desde el punto de vista de la seguridad se consideran medios de escape, especialmente en caso de incendio.

En el taller de Procesos de Producción Mecánica, existen dos puertas, una puerta corrediza metálica y otra puerta de vidrio; las mismas que cumplen con la doble función, entrada y salida.

A ambas puertas les separa un corredor de 7m de longitud, ancho 1.5m y 2.3m de altura, como se muestra en la Figura 2.4



Figura 2.4 Accesos y salida del taller de Procesos de Producción Mecánica (PPM)

## 2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES POR LABORATORIO

### 2.1.2.1 INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE SOLDADURA

El laboratorio de Soldadura tiene una superficie de 350,4 m<sup>2</sup> con una altura variable que va desde los 2,3 m hasta los 7,3 m, sus paredes son de bloque.

El piso es de concreto con una distancia entre pasillos o lugares para transitar de aproximadamente 1,5m.

Este laboratorio cuenta con las siguientes áreas:

- Área de soldadura.
- Área de mesas de trabajo.
- Área de máquinas herramientas.
- Área de fundición
- Equipos que no se utilizan (dispersos)



Figura 2.5 Laboratorio de Soldadura, división por áreas (PPM)

En la parte posterior del taller se encuentra el CCICEV, estas dos áreas se encuentran divididas por una pared de concreto, a media altura por lo que el ruido, gases y otros contaminantes se transfieren entre ambos laboratorios.

## 2.1.2.1.1 Equipos del área de soldadura

Tabla 2.1 Máquina soldadora SMAW (2 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN ARC WELDER IDEALARC 250</b>			
Proceso	<b>SMAW</b>	Voltaje [V]	230 - 460	
Serie	AC 341186	Amperaje [Amps]	70 - 35	
	AC 341186			
Código	7279	Frecuencia Fase	60 Hz 1Ph	

Tabla 2.2 Máquina soldadora SMAW (2 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN ARC WELDER IDEALARC 250</b>			
Proceso	<b>SMAW</b>	Voltaje [V]	30	
Serie	AC 295791	Amperaje [Amps]	250	
	AC 295915			
Código	9491	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.3 Máquina soldadora GMAW (2 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>MILLER XMT 300 CC</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	32	
Serie	KD362116	Amperaje [Amps]	300	
Código	KD362118			
Código	903276	Frecuencia Fase	60 Hz 1Ph	

Tabla 2.4 Máquina soldadora GMAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>CEBORA 3340/T</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	230 – 400	
IEC	60974-1	Amperaje [Amps]	24 - 42	
Código	D42441	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.5 Máquina soldadora GTAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN ARC SQUARE WAVE TIG 255</b>			
Proceso	<b>GTAW</b>	Voltaje [V]	10 - 32	
IEC	974	Amperaje [Amps]	5 - 315	
Código	10022	Frecuencia Fase	60 Hz 1Ph	

Tabla 2.6 Máquina soldadora GMAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN INVERTEC V350 - PRO</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	5 - 350	
Serie	U1041114047	Amperaje [Amps]	20 - 34	
Código	10874	Frecuencia Fase	60 Hz 1Ph	

Tabla 2.7 Máquina soldadora GMAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>SMASHWELD 316 TOPFLEX</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	15 - 34	
Serie	F 0310115	Amperaje [Amps]	25 – 400	
NBR	9378	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.8 Máquina soldadora GMAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN IDEALARC CV 300</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	32	
Serie	AC 849198	Amperaje [Amps]	300	
Código	9520	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.9 Máquina soldadora GMAW (1 unid)

Nombre	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>			
Marca	<b>LINCOLN ARC WELDER IDEALARC R25</b>			
Proceso	<b>GMAW</b>	Voltaje [V]	230 - 460	
Serie	AC 478745	Amperaje [Amps]	400	
Código	8102	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.10 Máquina soldadora PAW (1 unid)

Nombre	<b>CORTE POR PLASMA</b>			
Marca	<b>MILLER SPECTRUM 750</b>			
Proceso	<b>PAW</b>	Voltaje [V]	120	
Serie	KE 577140	Amperaje [Amps]	70	
Código	903193	Frecuencia Fase	60 Hz 3Ph	

Tabla 2.11 Máquina soldadora PAW (1 unid)

Nombre	<b>CORTE POR PLASMA</b>			
Marca	<b>MILLER SPECTRUM 500</b>			
Proceso	<b>PAW</b>	Voltaje [V]	110	
Serie	KF 847619	Amperaje [Amps]	50	
Código	903143	Frecuencia Fase	60 Hz 1Ph	

Tabla 2.12 Máquina soldadora PAW (1 unid)

Nombre	<b>SUELDA OXIACETILÉNICA</b>			
Marca	<b>INDURA</b>			
Proceso	<b>OAW</b>	Tanques	Oxigeno Acetileno	
Capacidad	SIN ESPECIFICACIONES	Volumen	Dependen de la capacidad del Tanque	
Código		Presión		

Tabla 2.13 Simulador de arco eléctrico (1 unidad)

Nombre	<b>SIMULADOR DE ARCO ELÉCTRICO</b>		
Marca	SIN ESPECIFICACIONES		
Modelo	C1V1	Voltaje [V]	210
Serie	SIN ESPECIFICACIONES	Amperaje [Amps]	25
Código		Servicio Elect.	60 Hz / 1Ph
			
Proceso	SIMULADOR DE ARCO ELÉCTRICO		

Tabla 2.14 Máquina de corte OAC (1 unidad)

Nombre	<b>RIEL METALICO PARA OXICORTE</b>		
Marca	SIN ESPECIFICACIONES		
Modelo	SIN ESPECIFICACIONES	Voltaje [V]	SIN ESPECIFICACIONES
Serie		Amperaje [Amps]	
Código		Servicio Elect.	
			
Proceso	OXICORTE		

### 2.1.2.1.2 Área de mesas de trabajo

Esta área es destinada para el desbaste y puesta a punto de las piezas a ser trabajadas.



Figura 2.6 Mesas de trabajo en el laboratorio de soldadura

### 2.1.2.1.3 Equipos del área de máquinas herramienta

Tabla 2.15 Sierra semiautomática (1 unid)

Nombre	<b>SIERRA SEMIATOMÁTICA</b>			
Marca	<b>POWER HACK SAW</b>			
Modelo	450 A	Voltaje [V]	110	
Size	18	Amperaje [Amps]	Sin especificaciones	
Mfg Date	90 – 5	Frecuencia	60 Hz	
mfg No	5760	Fase	1Ph	

Tabla 2.16 Esmeril (3 unid)

Nombre	<b>ESMERIL</b>			
Marca	Varios			
Modelo	8B	Voltaje [V]	110	
Serie	0007538	Amperaje [Amps]	8/4	
Código	Sin especificaciones	Frecuencia	60 Hz	
		Wheel	8"	

Tabla 2.17 Tornos (2 unid)

Nombre	<b>TORNO</b>			
Marca	<b>NODO-160-BX 1000</b>			
Tipo	MH112MA4	Voltaje [V]	220- 380	
IEC	34 – 1	Amperaje [Amps]	5.8 - 10	
Revol/min	1680	Frecuencia	60 Hz	
		Fase	3Ph	
		Potencia	3 HP	

Tabla 2.18 Cepilladora (1 unid)

Nombre	<b>CEPILLADORA</b>			
Marca	<b>PINONDO INDEXPOR</b>			
N°	90 – S - 4	Voltaje [V]	220 - 380	
Revol/min	1400	Amperaje [Amps]	4.7 – 2.7	
Potencia	1.5 CV	Frecuencia	60 Hz	
		Fase	3Ph	

Tabla 2.19 Taladros (3 unid)

Nombre	<b>TALADRO</b>			
Marca	Varios			
N°	151 – D	Voltaje [V]	440	
IEC	905	Amperaje [Amps]	2.85	
Código	7279	Frecuencia	60 Hz	
		Fase	3Ph	
Revol/min	1700	Potencia	1.76 CV	

Tabla 2.20 Unidad hidráulica (1 unidad)

Nombre	<b>UNIDAD HIDRÁULICA</b>			
Marca	Sin especificaciones			
Serie	Sin especificaciones	Voltaje [V]	220 – 440	
Código	Sin especificaciones	Amperaje [Amps]	70 – 35	
Revol/min	1720	Frecuencia	60 Hz	
		Fase	3Ph	
		Potencia	2 HP	

Tabla 2.21 Báscula (1 unidad)

Nombre	<b>BÁSCULA</b>			
Marca	<b>TRINER</b>			
Serie	Sin especificaciones	Capacidad [lb]	250	
Código	Sin especificaciones			

Tabla 2.22 Cizalla manual (2 unidad)

Nombre	<b>CIZALLA</b>			
Marca	Varios			
Serie	Sin especificaciones	Capacidad	Sin especificaciones	
Código	Sin especificaciones			

#### 2.1.2.1.4 Equipos del área de fundición

Esta área se encuentra dentro del laboratorio de soldadura, pero pertenece al laboratorio de tratamientos térmicos.

Aquí se encuentran dos hornos basculantes, como se muestra a continuación:



**Figura 2.7 Hornos basculantes área de fundición**

#### 2.1.2.1.5 Equipos que no se utilizan

Dentro del laboratorio existen equipos que no se utilizan, esto se debe a que algunos ya han sobrepasado su vida útil (equipos inservibles) y otros que no han tenido el mantenimiento adecuado.

A esto se adiciona herramientas, materiales; desechos, etc, tal como se muestra en la Figura 2.8



Figura 2.8 Equipos y materiales sin utilizar en el Laboratorio de Soldadura (PPM)

### 2.1.2.2 INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

El laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales posee un área de 36.76m<sup>2</sup> con una altura de 2.3m desde el piso hacia el cielo falso, sus paredes

son de bloque. El piso es de baldosa, el espacio entre la mesa central y los equipos situados cerca a las paredes es de 1,40m.

Posee una puerta en la parte frontal de 1m de ancho y 2,10m de altura, además un ventanal de 2,2m de ancho y 1,5m de alto



**Figura 2.9 Laboratorio de tratamientos térmicos y superficiales (PPM)**

#### *2.1.2.2.1 Equipos del laboratorio del laboratorio de tratamientos térmicos y superficiales*

En este taller se encuentran 7 hornos eléctricos, los cuales se utilizan para la realización de las prácticas con los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Los equipos son los siguientes:

Tabla 2.23 Hornos eléctricos (7 unid)

Nombre	<b>HORNO ELÉCTRICO</b>	
Marca	Varios	
Servicio Eléctrico	Sin especificaciones	
Capacidad		
Amperaje		

Tabla 2.24 Durómetro (1 unid)

Nombre	<b>DURÓMETRO</b>	
Marca	<b>PHASE II</b>	
Capacidad	Rockwell Hardness (B - C)	
Serie	0383	

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS POR LABORATORIO

### 2.2.1 CONCEPTO DE PROCESO.

Proceso es la transformación de entradas (insumos) en salidas (bienes y servicios), gracias al aprovechamiento de recursos físicos, tecnológicos y humanos, entre otros, poniendo en práctica todas las operaciones que se necesitan para modificar las particularidades de cada materia prima. Por lo general, para la obtención de un cierto producto, se requieren diversas operaciones individuales.



Figura 2.10 Descripción de Proceso.

Como se muestra en la Figura 2.10 un proceso está formado por entradas y salidas, donde:

**Entradas:** las entradas al proceso a un proceso pueden ser materias primas, insumos y recursos naturales.

Son los requerimientos y necesidades de los clientes internos, externos y/o consumidores.

**Salidas:** las salidas de los sistemas son los resultados que se obtienen de procesar entradas. Al igual que las entradas estas pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Las mismas son resultado del funcionamiento del sistema o, alternativamente, el propósito para el cual existe el sistema.

En la sección anterior se describieron los equipos necesarios para realizar un proceso, en esta sección se describirán los procesos que se realizan en el taller “Procesos de Producción Mecánica” para su posterior evaluación.

### 2.2.1.1 PROCESOS EN EL LABORATORIO DE SOLDADURA

La unión rígida de dos o más materiales sólidos sin la utilización de un elemento mecánico adicional, se puede llevarse a cabo con o sin temperatura, con o sin presión, con o sin fusión, con o sin material de aporte, etc.

En general la fabricación de una unión permanente o soldadura se resume en:

- Extracción de muestras
- Preparación de la Junta.
- Proceso de Soldadura (que se desarrollan en el taller del PPM)

- Limpieza de la unión soldada.

#### 2.2.1.1.1 Extracción de muestras.

Es el procedimiento que consiste en recoger partes representativas de un elemento, a partir de las cuales se realizará una unión permanente o junta de soldadura.

#### 2.2.1.1.2 Preparación de la Junta.

Se denomina preparación de junta a la limpieza, fabricación de: la raíz de la junta, cara de la ranura, cara del bisel, cara de la raíz, borde de la raíz, abertura de la raíz, bisel, ángulo del bisel, ángulo de la ranura y radio del bisel, de tal manera que se garantice la calidad de la unión permanente

Existen cinco estilos básicos de juntas que son:

- Junta a traslape.
- Junta a tope.
- Junta de esquina.
- Junta de canto.
- Junta en T.<sup>31</sup>

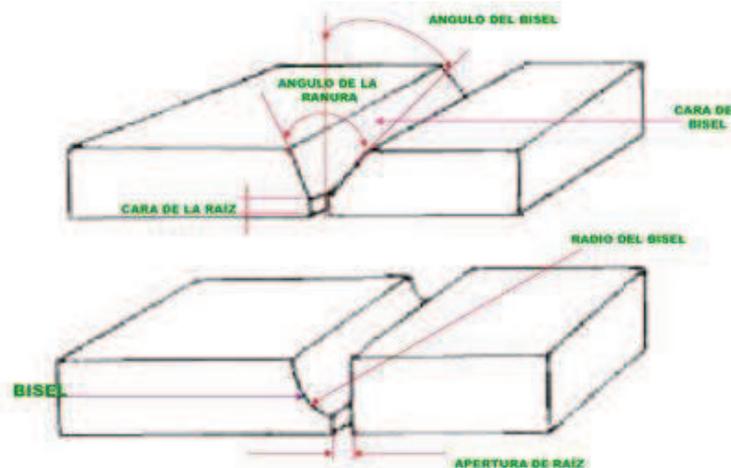


Figura 2.11 Partes de una Junta.

<sup>23</sup> <http://es.scribd.com/doc/23003698/GEOMETRIA-DE-LA-UNION-SOLDADA-09>

**Junta a traslape:** están formadas en esencia por dos piezas de metal solapadas o traslapadas, que se unen por fusión mediante soldadura de puntos, de filete, de tapón o de agujero alargado.

**Junta a tope:** unión de dos piezas realizadas por simple acoplamiento sin tener que llevar a cabo algún tipo de corte especial en las piezas.

**Junta en esquina:** soldaduras hechas entre dos partes situadas a un Angulo de 90°.

**Junta de canto:** unión con canto que se efectúa para aumentar la anchura de una pieza.

**Junta en T:** son precisamente lo que su nombre lo indica, una unión que forma una visiblemente una T. <sup>32</sup>

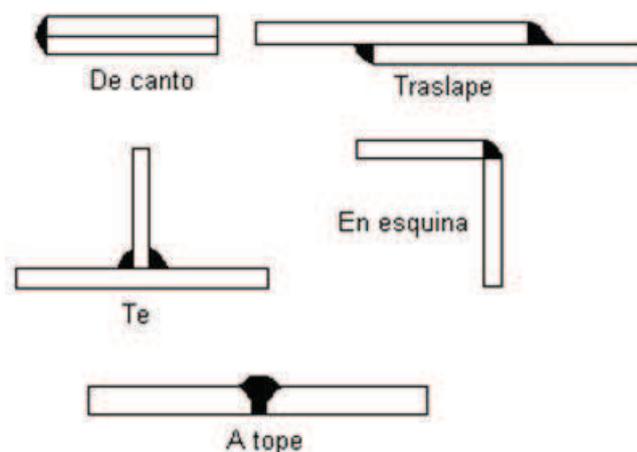


Figura 2.12 Tipos de Junta.

#### 2.2.1.1.3 Procesos de Soldadura (que se desarrollan en el taller del PPM)

El laboratorio de soldadura ha sido equipado para realizar prácticas de los procesos que se usan con mayor frecuencia dentro del país, y se clasifican

<sup>24</sup> <http://es.scribd.com/doc/18359441/31/TIPOS-DE-JUNTAS-Y-SOLDADURAS>

dependiendo del grado de participación del factor humano en el momento de efectuar el depósito.

Los procesos de soldadura que se realizan en el laboratorio son los siguientes:

**Soldadura Manual:**

- Soldadura eléctrica por arco con electrodo revestido (SMAW).
- Soldadura eléctrica por arco en atmósfera inerte con electrodo de tungsteno (GTAW).
- Soldadura eléctrica por arco bajo protección de gas con alimentación continua de electrodo sólido (GMAW).
- Soldadura eléctrica por arco bajo protección de gas con alimentación continua de electrodo tubular (FCAW).
- Soldadura oxiacetilénica (OAW)
- Oxicorte (OAC)

**Soldadura Semiautomática:**

- Soldadura eléctrica por resistencia (RSW)
- Soldadura por arco sumergido (SAW).
- Corte por plasma (PAW)

*2.2.1.1.4 Limpieza de la unión soldada*

Consiste en retirar el exceso de material depositado en la unión o junta de los materiales soldados.

El valor de la soldadura depende de su apariencia, y el aspecto del cordón de soldadura influye directamente en este aspecto, además se exige que las propiedades mecánicas de la soldadura sean similares o mejores que las del

metal base o pieza; pero en otros trabajos de existen mayores exigencias, buscando únicamente una buena unión de las piezas.<sup>33</sup>

### 2.2.1.2 PROCESOS EN EL LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

El calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido a temperaturas y condiciones determinadas para cambiar sus propiedades mecánicas, cumple las siguientes etapas:

**Calentamiento hasta la temperatura fijada:** la elevación de temperatura debe ser uniforme en la pieza.

**Permanencia a la temperatura fijada:** su fin es la completa transformación del constituyente estructural de partida. Puede considerarse suficiente una permanencia de unos 2 minutos por milímetro de espesor.

**Enfriamiento:** este enfriamiento tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice.<sup>34</sup>

En el laboratorio de Tratamiento Térmicos y Superficiales, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, se desarrollan trabajos y prácticas, las mismas que se describen a continuación:

- Diagramas de estado.
- Conductividad térmica de materiales.
- Colores del acero a diferentes temperaturas.
- Temple.
- Revenido.

Para la realización de estos trabajos y prácticas se necesitan hornos eléctricos o de combustible los mismos que fueron descritos anteriormente

---

<sup>25</sup> "Manual de Soldadura" Conceptos" OERLIKON – EXSA, pág. 70-72

<sup>26</sup> "TRATAMIENTOS TÉRMICOS PROTOCOLO", Curso de Materiales – Escuela Colombiana de Ingeniería, pág.5-6

## CAPÍTULO 3

### EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Para la evaluación y valoración de riesgos en los laboratorios que pertenecen al taller de Procesos de Producción Mecánica, se va a utilizar diferentes métodos para poder analizar con mayor certeza todos los riesgos que existen en cada punto de trabajo de estos laboratorios, como se pueden señalar a continuación:

Tabla 3.1 Métodos utilizados para la evaluación y valoración de riesgos

FACTOR		MÉTODO
<u>Físicos</u>	Ruido	<u>Sonómetro</u>
	Iluminación	<u>Luxómetro</u>
<u>Químicos</u>		<u>Basado en el INRS</u>
<u>Mecánicos</u>		<u>Fine Modificado</u>
<u>Ergonómicos</u>	Para el transporte de carga, empuje y tracción	<u>Tablas de Snook y Ciriello</u>
	Para elevación y descenso de carga	<u>Ecuación de NIOSH</u>
	Para posturas mantenidas y/o forzadas	<u>REBA</u>
	Para movimientos repetitivos	<u>Checklist OCRA</u>
<u>Incendios</u>		<u>Meseri</u>

#### 3.2 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS

Los riesgos físicos que vamos a estudiar son el ruido y la iluminación ya que estos son los que presentan con mayor problema en los laboratorios.

##### 3.2.1 RUIDO

##### 3.2.1.1 MÉTODOS DE CÁLCULO DE LOS TIPOS DE RUIDO<sup>35</sup>

Como se explicó en el capítulo 1 se va a analizar dos tipos de ruidos que son los que están presentes en los laboratorios, estos se realizan de la siguiente forma.

---

<sup>35</sup>Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 55 (Ruidos y Vibraciones)

- **Ruido continuo**

Tabla 3.2 Niveles permisibles de ruido estable

Nivel sonoro/dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
80	16
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0.5
110	0.25
115	0.125

- **Calculo para exposición a ruido continuo.**

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

Donde

D= Dosis

C= Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico

T= Tiempo total de exposición a ruido permitido a ese nivel.

- **Ruido de impacto:**

Tabla 3.3 Niveles permisibles de ruido de impacto

Números de impulsos o impacto por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

### 3.2.1.2 MEDICIÓN DEL RUIDO

Para la medición del ruido en el laboratorio se va a utilizar equipos especializados para este fin, los cuales deben estar calibrados para que la medición tomada sea la correcta.

Las mediciones se deben realizar en el puesto de trabajo y colocar el micrófono a la altura donde debería estar el operario.

Se va a utilizar un sonómetro Quest Technologies 3M como se puede observar en la Figura 3.1, se indicó anteriormente que las mediciones se realizaran tomando en cuenta las recomendaciones del decreto ejecutivo 2393 es decir, las unidades serán en decibelios de con el filtro (A) y con una forma de respuesta lenta (S).



Figura 3.1 Sonómetro 3M

#### 3.2.1.2.1 Ruido estable.

En la tabla que se indica a continuación se puede observar la dosis de ruido a la que están expuestos los trabajadores de los laboratorios en los diferentes puestos de trabajo. Los valores están considerados a un tiempo de exposición de 8 horas de jornada laboral.

- **Laboratorio de Soldadura**

Tabla 3.4 Ruido estable, Laboratorio de Soldadura

AREA	MEDICIÓN dB(A)	TIEMPO RECOMENDADO [h]	TIEMPO DE EXP. REAL [h]	DOSIS	
Oficina	78	> 16	7	0,44	
Depósito de Herramientas	85	8	7	0,88	
Soldadura	Trabajadores	78	> 16	7	0,44
	Estudiantes	78	> 16	2	0,13
Mesas de Trabajo	Trabajadores	105	0,5	5	10
	Estudiantes	105	0,5	2	4
Maquinas Herramientas	Trabajadores	105	0,5	5	10
	Estudiantes	105	0,5	2	4

Como podemos observar según los datos calculados las partes más críticas en el laboratorio son las mesas de trabajo y en la zona de máquinas herramientas, tanto para las personas que trabajan en el ya mencionado laboratorio y los estudiantes que van a realizar las prácticas de laboratorio.

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

Tabla 3.5 Ruido estable, Laboratorio de Tratamientos Térmicos

AREA	MEDICIÓN dB(A)	TIEMPO RECOMENDADO [h]	TIEMPO DE EXP. REAL [h]	DOSIS
Laboratorio	80	> 16	5	0,63

En el laboratorio no existe problema con el ruido como se observa en la Tabla 3.5. Es decir el ruido que se genera en el laboratorio de soldadura no es considerable en este laboratorio.

### 3.2.1.2.2 Ruido de impacto

Este tipo de ruido solo lo encontramos en el laboratorio de soldadura en la zona en donde se encuentran las mesas de trabajo.

Tabla 3.6 Ruido de impacto, Laboratorio de Soldadura.

<b>Tiempo de exposición [h]</b>		8
<b>AREA</b>	<b>MEDICIÓN dB(A)</b>	<b>NUMEROS DE IMPACTOS</b>
Mesas de Trabajo	109,13	260
RECOMENDADO		
<b>NUMEROS DE IMPULSO POR JORNADA DE 8 HORAS</b>	<b>NIVEL DE PRESION SONORA MAXIMA (dB)</b>	
500	135	

Como se puede observar las mediciones no superan los valores recomendados por lo que no representa un riesgo grave para las personas que trabajan en dicho laboratorio.

### 3.2.2 ILUMINACIÓN

La mala iluminación puede causar varios trastornos en el trabajador como: cansancio, dolor de cabeza, estrés, etc. y en otros casos ceguera temporal.

A continuación se muestra los niveles de iluminación permisibles para trabajos específicos o similares a estos.

Tabla 3.7 Niveles de iluminación permisibles para trabajos específicos o similares.<sup>36</sup>

<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.

<sup>36</sup>Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 56 (Iluminación, niveles mínimos)

100luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera; salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difícil es, tales como: trabajos con colores artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

### 3.2.2.1 EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.

Para medir la iluminación de los laboratorios se va a utilizar un luxómetro el cual capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representados en un display o pantalla y nos entrega la medida en luxes.

Antes de empezar con las mediciones se debe comprobar que el equipo este calibrado, para lo cual se debe tapar el sensor de luz y en la pantalla nos debe marcar cero.

Dichas mediciones se deben hacer en cada uno de los puntos donde el operario realice sus actividades, colocando el sensor en donde este fije su vista para realizar dicha actividad, se debe evaluar en las condiciones más críticas.

Para poder evaluar las mediciones realizadas se va a utilizar el índice de disconformidad de iluminancia cuya fórmula se indica a continuación.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup>Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 56 ( Iluminación, niveles mínimos)

$$I = \frac{\text{Valor de iluminación medida}}{\text{Valor de iluminación recomendada}} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

Este valor se puede clasificar según lo siguiente:

Tabla 3.8 Índice de disconformidad de iluminancia<sup>38</sup>

MAGNITUD	CLASIFICACIÓN
$0 < I \leq 0.8$	BAJO
$0.8 < I \leq 1.5$	ÓPTIMO
$I > 1.5$	ALTO

Las mediciones se realizaron el martes 6 día martes 6 de noviembre de 2012 a las 14:30 cuyas condiciones meteorológicas fueron: temperatura ambiente 15°C, nublado; por lo que la iluminación en el taller fue 70% de luz artificial, y un 30% de luz natural. Las mediciones se realizaron con un luxómetro modelo MS6610, como se muestra en la Figura 3.2.



Figura 3.2 Luxómetro

En las tablas se presentan los valores medidos en los diferentes laboratorios.

---

<sup>38</sup> Manual para la identificación y evaluación de Riesgos Laborales; Riesgos Ergonomicos, pdf.

- **Laboratorio de Soldadura**

**Tabla 3.9 Medición de Iluminación, Laboratorio de Soldadura**

<b>AREA</b>	<b>MEDICIÓN [LUX]</b>
Oficina	202
Bodega	284
SMAW 1.1	210
SMAW 1.2	170
SMAW 2.1	140
SMAW 2.2	170
GMAW 1.1	150
GMAW 1.2	240
GMAW 2.1	140
GMAW 2.2	275
GTAW	310
GMAW 3.1	259
GMAW 3.2	187
FCAW	215
GMAW 4	170
OAW	160
CORTE POR PLASMA	70
OXICORTE	140
MESAS DE TRABAJO 1	180
MESAS DE TRABAJO 2	161
MESAS DE TRABAJO 3	178
CIZALLAS	348

ESMERIL 1	430
SIERRA SEMIAUTOMATICA	130
CEPILLADORA	320
TALADRO 1	200
TALADRO 2	280
TORNO 1	490
TORNO 2	437
TALADRO 3	287
ESMERIL 2	125
PRENSA	142
BASCULA	142

A continuación se indica tabla en donde podemos observar los valores calculados del índice de iluminancia.

Tabla 3.10 Cálculo de Índice de disconformidad de iluminancia, Laboratorio de Soldadura

AREA	MEDICIÓN [LUX]		I	CLASIFICACIÓN
	MEDIDO	RECOMENDADO		
Oficina	202	300	0,7	BAJO
Bodega	284	300	0,9	ÓPTIMO
SMAW 1.1	210	200	1,1	ÓPTIMO
SMAW 1.2	170	200	0,9	ÓPTIMO
SMAW 2.1	140	200	0,7	BAJO
SMAW 2.2	170	200	0,9	ÓPTIMO
GMAW 1.1	150	200	0,8	BAJO
GMAW 1.2	240	200	1,2	ÓPTIMO
GMAW 2.1	140	200	0,7	BAJO
GMAW 2.2	275	200	1,4	ÓPTIMO

GTAW	310	200	1,6	ALTO
GMAW 3.1	259	200	1,3	ÓPTIMO
GMAW 3.2	187	200	0,9	ÓPTIMO
FCAW	215	200	1,1	ÓPTIMO
GMAW 4	170	200	0,9	ÓPTIMO
OAW	160	200	<b>0,8</b>	<b>BAJO</b>
CORTE POR PLASMA	70	200	<b>0,4</b>	<b>BAJO</b>
OXICORTE	140	200	<b>0,7</b>	<b>BAJO</b>
MESAS DE TRABAJO 1	180	200	0,9	ÓPTIMO
MESAS DE TRABAJO 2	161	200	<b>0,8</b>	<b>BAJO</b>
MESAS DE TRABAJO 3	178	200	0,9	ÓPTIMO
CIZALLAS	348	200	1,7	ALTO
ESMERIL 1	430	300	1,4	ÓPTIMO
SIERRA SEMIAUTOMATICA	130	200	<b>0,7</b>	<b>BAJO</b>
CEPILLADORA	320	200	1,6	ALTO
TALADRO 1	200	300	<b>0,7</b>	<b>BAJO</b>
TALADRO 2	280	300	0,9	ÓPTIMO
TORNO 1	490	500	1,0	ÓPTIMO
TORNO 2	437	500	0,9	ÓPTIMO
TALADRO 3	287	300	1,0	ÓPTIMO
ESMERIL 2	125	300	<b>0,4</b>	<b>BAJO</b>
PRENSA	142	300	<b>0,5</b>	<b>BAJO</b>
BASCULA	142	300	<b>0,5</b>	<b>BAJO</b>

Como se observa en la Tabla 3.10 existen varias áreas las que tienen problemas en iluminación la mayoría en donde esta es deficiente, las más preocupantes son las que tienen que ver con trabajos en donde involucran mayor precisión como el área donde está la prensa, la báscula, el esmeril 2, taladro 2 y la mesa de trabajo

2 ya que se ocupa equipos peligrosos, la parte de soldadura que también presenta iluminación deficiente no preocupa mucho ya que al momento de realizar la soldadura se utiliza una máscara de protección la cual no depende de la iluminación del ambiente.

El área en donde existe una iluminación alta es la de máquinas herramientas especialmente en donde están ubicadas las cizallas y la cepilladora.

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos**

**Tabla 3.11 Medición de Iluminación, Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

AREA	MEDICIÓN [LUX]
Laboratorio	478,8

A continuación se indica tabla en donde podemos observar los valores calculados del índice de iluminancia.

**Tabla 3.12 Cálculo de Índice de disconformidad de iluminancia, Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

AREA	MEDICIÓN [LUX]		I	CLASIFICACIÓN
	MEDIDO	RECOMENDADO		
Laboratorio	478,8	300	1,6	ALTO

### 3.3 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS

Como se explicó anteriormente los riesgos químicos son aquellos aerosoles, vapores y gases que producen daño al organismo si la dosis recibida es demasiado alta. Las vías de ingreso de estos tipos de agentes al organismo son las siguientes:

Vía respiratoria, vía dérmica, vía digestiva, vía parenteral.

### 3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para la evaluación de los riesgos químicos en los laboratorios vamos a utilizar un método cualitativo, el cual se presenta en la normativa del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de España, esta es una herramienta muy útil, ya que nos permite realizar un estudio preliminar de este tipo de riesgos, y tener una forma de justificar la toma o no de medidas, ya que si el riesgo resulta bajo no amerita tomar medidas y se podría dar por finalizada la evaluación.

#### 3.3.1.1 MÉTODO BASADO EN EL INRS (INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ) (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE SEGURIDAD)<sup>39</sup>

La evaluación simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos que se propone se realiza a partir de las siguientes variables:

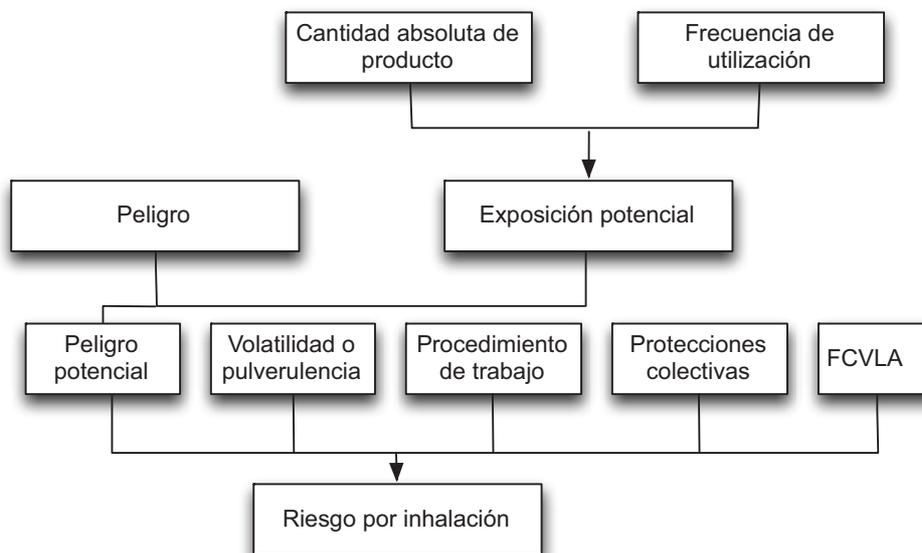
- Riesgo potencial
- Propiedades físico- químicas (la volatilidad o la pulverulencia, según el estado físico).
- Procedimiento de trabajo.
- Medios de protección colectiva (ventilación).
- Un factor de corrección del valor límite ambiental ( $FC_{VLA}$ ), que es un factor para disminuir la desviación del resultado final, se utiliza cuando el valor límite ambiental (VLA) del agente químico sea muy pequeño inferior a  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$

Para cada variable se establecen unas clases y puntuación asociada a cada clase. La puntuación obtenida para estas cuatro variables y el factor de corrección que sea aplicable.

---

<sup>39</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/937w.pdf>

Para empezar el análisis con este método se debe seguir un esquema que se presenta a continuación.



**Figura 3.3 Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación**

#### 3.3.1.1.1 Determinación del riesgo potencial

Como se mencionó anteriormente el cálculo del riesgo potencial se hace a partir del peligro, la cantidad absoluta de agente químico y la frecuencia de utilización, como se indicó en el esquema anteriormente.

- **Clase de peligro**

La clase de peligro se establece siguiendo los criterios de la Tabla 3.13.

Cuando un producto, sustancia o mezcla, no tiene asignadas frases R o H, la atribución a una clase de peligro u otra se puede hacer a partir de los valores límites ambientales (VLA) expresados en  $mg/m^3$ , dando preferencia a los valores límite de larga duración frente a los de corta duración.

**Frase R o H o Indicaciones de Peligro:** Son frases que se asignan a una clase o categoría de peligro, describen la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa. Los cuales están detallados en el anexo 3.1.

Hay que aclarar que las frases H (Hazard, peligro) son equivalentes a lo que antiguamente se llamaba frase R que eran los indicadores de peligro, las cuales actualmente se agrupan de la siguiente manera.

- De H200 a H290- Son indicaciones de riesgos físicos.
- De H300 a H373- Son indicaciones de peligro para la salud humana.
- De H400 a H413- Son indicaciones de peligro para el medio ambiente.

En el caso de que tampoco tenga asignado ningún tipo de VLA:

- Si se trata de una sustancia, se le asigna la clase de peligro 1
- Si se trata de una mezcla o preparado comercial, se le asigna la clase peligro 1.
- Si son mezclas no comerciales para no sobreestimar el riesgo se deben tener en cuenta las concentraciones de los componentes, tal y como se hace para las mezclas comerciales.

**Tabla 3.13 Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos**

Clases de Peligro	Frases R	Frases H	VLA $mg/m^3$ (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	No especificados
2	R37R36/37, R37/38, R36/37/38R67	H335H336	> 10 ≤ 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito Material de construcción / Talco Cemento / CompositesMadera de combustión tratada Soldadura Metales-Plásticos Material vegetal-animal
3	R20R20/21, R20/22, R20/21/22R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304H332H361, H361d, H361f, H361fdH362H371H373EUH071	> 1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomoMuelesArenas Aceites de corte y refrigerantes

4	R15/29R23R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25R40, R42R42/43R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25R60, R61, R68	H331H334H341H35 1H360, H360F, H360FD,H360D, H360Df, H360FdH370H372E UH029EUH031	$> 0,1$ $\leq 1$	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R26/27, R26/28, R26/27/28R32, R39R39/26R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28R45, R46, R49	H330H340H350H35 0i EUH032EUH070	$\leq 0,1$	Amianto (2) y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina (3) (carburante)Vulcanización Maderas duras y derivados (4)
(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Posee legislación específica y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno. (3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente. (4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno.				

- **Clase de exposición potencial**

Esta se determina con esta clase, la cantidad que se puede obtener de la Tabla 3.14. La frecuencia en la Tabla 3.15, con estos datos podemos ir a la Tabla 3.16, y así poder obtener la clase de exposición.

**Tabla 3.14 Clases de cantidad en función de las cantidades por día**

Clase de cantidad	Cantidad /día
1	$< 100$ g ó ml
2	$\geq 100$ g ó ml y $< 10$ Kg ó l
3	$\geq 10$ y $< 100$ Kg ó l
4	$\geq 100$ y $< 1000$ Kg ó l
5	$\geq 1000$ Kg ó l

Tabla 3.15 Clases de frecuencia de utilización.

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
<b>Día</b>	≤ 30 min	> 30 - ≤ 120 min	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
<b>Semana</b>	≤ 2 h	> 2-8 h	1-3 días	> 3 días
<b>Mes</b>	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
<b>Año</b>	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	> 2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
<b>Clase</b> →	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.				

Tabla 3.16 Determinación de las clases de exposición potencial.

Clase de cantidad						
<b>5</b>	0	4	5	5	5	
<b>4</b>	0	3	4	4	5	
<b>3</b>	0	3	3	3	4	
<b>2</b>	0	2	2	2	2	
<b>1</b>	0	1	1	1	1	
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Clase de frecuencia</b>

- **Clase de riesgo potencial y puntuación.**

Esta se puede obtener a partir de los valores de la clase de peligro y la clase de exposición potencial que anteriormente determinamos, utilizando la Tabla 3.17.

Tabla 3.17 Clase de riesgo potencial.

<b>Clase de exposición potencial</b>						
<b>5</b>	2	3	4	5	5	
<b>4</b>	1	2	3	4	5	
<b>3</b>	1	2	3	4	5	
<b>2</b>	1	1	2	2	2	
<b>1</b>	1	1	2	3	4	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Clase de peligro</b>

Utilizando la Tabla 3.18y después de haber calculado la clase de riesgo potencial podemos valorar este riesgo.

Tabla 3.18 Puntuación para cada clase de riesgo potencial.

<b>Clase de riesgo potencial</b>	<b>Puntuación de riesgo potencial</b>
5	10000
4	1000
3	100
2	10
1	1

### 3.3.1.1.2 Determinación de la volatilidad o pulverulencia.

La tendencia del agente químico a pasar al ambiente se establece en función del estado físico. Para los sólidos se establecen tres clases de pulverulencia, como se puede observar en la Tabla 3.19.

Tabla 3.19 Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos.

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo no, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3
Material en forma de polvo en grano (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (p.e. azúcar consistente cristalizada).	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación.	1

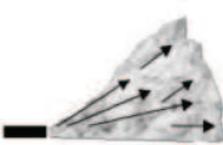
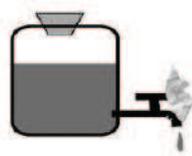
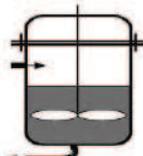
Después de haber determinado la clase de pulverulencia del material químico podemos puntuarlo y se lo hace con ayuda de la Tabla 3.20.

Tabla 3.20 Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia.

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

### 3.3.1.1.3 Determinación del procedimiento de trabajo

Uno de los parámetros que se debe considerar para la evaluación del agente químico es la determinación del procedimiento de trabajo, para realizar la clasificación de la clase y su valoración se puede utilizar la Figura 3.4 que se muestra a continuación.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanente
 <p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de</p>	 <p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores</p>	 <p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos,</p>	 <p>Ejemplos: Reactor químico</p>

cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)	abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...). Manejo y vigilancia de máquinas de impresión...	toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...	
<b>Clase 4</b>	<b>Clase 3</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 1</b>
<b>Puntuación de procedimiento</b>			
<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,05</b>	<b>0,001</b>

Figura 3.4 Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase

La función de la protección colectiva utilizada se establece cinco clases que se puntúan de acuerdo con lo indicado en la Figura 3.5.

Trabajo en espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable 		Ausencia de ventilación mecánica 	
<b>Clase 5, puntuación = 10</b>		<b>Clase 4, puntuación = 1</b>	
Trabajos en intemperie 	Trabajador alejado de la fuente de emisión 	Ventilación mecánica general 	
<b>Clase 3, puntuación = 0,7</b>			
Campana superior 	Rendija de aspiración 	Mesa con aspiración 	Aspiración integrada a la herramienta 
<b>Clase 2, puntuación = 0,1</b>			
Cabina de pequeñas dimensiones ventilada 	Cabina horizontal 	Cabina vertical 	Captación envolvente (vitrina de laboratorio) 
<b>Clase 2, puntuación = 0,1</b>			<b>Clase 1, puntuación = 0,001</b>

Figura 3.5 Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase.

#### 3.3.1.1.4 Corrección en función del VLA

Como se indicó anteriormente, el procedimiento puede subestimar el riesgo cuando se aplica sustancias que tienen un valor límite muy bajo, ya que es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia.

Por este motivo se hace necesario aplicar un factor de corrección, FC en función de la magnitud del VLA en  $mg/m^3$  en la Tabla 3.21, que se muestra a continuación están los valores de  $FC_{VLA}$ , en e caso de que el compuesto tenga VLA. Si el compuesto no tiene VLA, se considerara que el  $FC_{VLA}$  es 1.

Tabla 3.21 Factores de corrección en función del VLA

VLA	$FC_{VLA}$
VLA > 0,1	1
0,01 < VLA ≤ 0,1	10
0,001 < VLA ≤ 0,01	30
VLA ≤ 0,001	100

#### 3.3.1.1.5 Calculo de la puntuación del riesgo por inhalación.

Después de haber obtenido la puntuación por medio de las tablas anteriormente expuestas el riesgo por inhalación  $P_{inh}$  se calcula con la aplicación de la formula que se muestra a continuación.

$$P_{inh} = P_{riesgopot.} \times P_{volatilidad} \times P_{procedimiento} \times P_{protec. colec} \times FC_{VLA} \quad \text{Ec. (3.5)}$$

Con el valor de riesgo por inhalación calculado anteriormente se puede obtener la caracterización de este por medio de la Tabla 3.22.

Tabla 3.22 Caracterización del riesgo por inhalación.

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
>1000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

### 3.3.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS QUÍMICOS DE HUMOS

- **Laboratorio de Soldadura.**

Para la evaluación de los riesgos químicos se va a utilizar el método explicado anteriormente para la cual se va a seguir diferentes pasos que son:

1. Determinación del riesgo potencial

Para determinar el riesgo potencial se debe calcular.

- Clase de peligro

Para obtener este valor que se va a utilizar la Tabla 3.13. (Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos).

Tabla 3.23 Resumen Tabla 3.13

Clases de Peligro	Frases R	Frases H	$VLA \frac{mg}{m^3}$ (1)	Materiales y procesos
3	R20R20/21, R20/22, R20/21/22R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304H332H361, H361d, H361f, H361fdH362H371H373EUH071	> 1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomoMuelesArenas Aceites de corte y refrigerantes

Por la cual determinamos que la clase de peligro es un valor de 3, ya que se evalúa en el proceso más crítico que se puede realizar en el laboratorio y este sería soldadura inoxidable.

- Clase de exposición potencial

Utilizando la Tabla 3.14 (clase de cantidad en función de las cantidades por día) podemos obtener la clase de cantidad dependiendo de la cantidad que se utiliza por día, que en el caso del laboratorio es de 1kg de electrodos por semana lo que corresponde a 200g por día laboral aproximadamente.

Tabla 3.24 Resumen Tabla 3.14

Clase de cantidad	Cantidad /día
2	≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l

Esto nos da una clase de cantidad de 2 ya que la los 200g está en el rango de ≥100g y <10kg.

A continuación de esto, se determina la clase según la frecuencia a la cual está expuesto el trabajador, esta se obtiene utilizando la Tabla 3.15.

Tabla 3.25 Resumen Tabla 3.15

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30 min	> 30 - ≤ 120 min	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
Clase →	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.			

Ya que el trabajador está expuesto durante unas 6 horas al día aproximadamente, entra en la categoría de frecuente, lo que nos da una clase de 3

Los valores obtenidos anteriormente nos ayudan a encontrar la clase de exposición potencial con la utilización de la Tabla 3.16, con esto resulta que es 2.

Tabla 3.26 Resumen Tabla 3.16

<b>Clase de cantidad</b>						
<b>2</b>	0	2	2	<b>2</b>	2	
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Clase de frecuencia</b>

Una vez obtenido el valor de 2 y el valor de 3 que asignamos por la clase de peligro en función de las frases R utilizando la Tabla 3.13; podemos determinar el riesgo potencial por medio de la Tabla 3.17, que nos da el valor de 2.

Tabla 3.27 Resumen Tabla 3.17

<b>Clase de exposición potencial</b>						
<b>2</b>	1	1	<b>2</b>	2	2	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Clase de peligro</b>

Por último para poder puntuar el riesgo potencial utilizamos la Tabla 3.18, y con el valor que obtuvimos anteriormente resulta que el valor de este es de 10.

Tabla 3.28 Resumen Tabla 3.18

<b>Clase de riesgo potencial</b>	<b>Puntuación de riesgo potencial</b>
2	10

## 2. Determinación de la volatilidad o pulverulencia.

Para determinar este parámetro se va a utilizar la Tabla 3.19(determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos) y la Tabla 3.20(Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia).

Tabla 3.29 Resumen Tabla 3.19

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo no, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3

De aquí se puede observar que la clase de pulverancia es de 3 según Tabla 3.19, y la puntuación de esta es de 100 según Tabla 3.20.

Tabla 3.30 Resumen Tabla 3.20

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100

### 3. Determinación del procedimiento de trabajo.

Para determinar esta variable primero se debe determinar la clase de procedimiento y puntuarla esto se realiza utilizando la Figura 3.4, de la cual se obtiene que es de clase 4 es decir dispersivo ya que en esta clasificación se encuentra todo lo relacionado a la utilización de muelas, maquinas portátiles y soldaduras por arco. La puntuación que se le dé a esta clase es la de 1.

Dispersivo
 <p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>
Clase 4
Puntuación de procedimiento
1

Figura 3.6 Resumen Figura 3.4.

El factor de la protección colectiva se determina por medio de la Figura 3.5, de la cual se tiene que es de clase 4, es decir con ausencia de ventilación mecánica, cuya puntuación es de 1

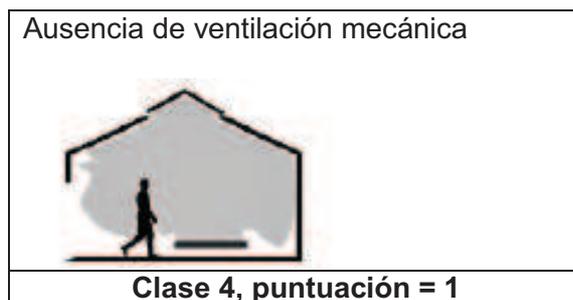


Figura 3.7 Resumen Figura 3.5.

#### 4. Corrección en función del VLA

Este factor  $FC_{VLA}$  se encuentra utilizando la Tabla 3.21a la cual utiliza el dato de VLA que se obtuvo de la Tabla 3.13, y en nuestro caso está entre 0.01 y 0.1  $mg/m^3$ ; Con esto el valor de este factor es de **10**.

Tabla 3.31 Resumen Tabla 3.21

VLA	$FC_{VLA}$
0,01 < VLA ≤ 0,1	10

#### 5. Calculo de la puntuación del riesgo por inhalación.

Para realizar la puntuación se debe utilizar la Ec. (3.5) colocando los valores calculados anteriormente los cuales van a ser indicados a continuación:

Factores	Valor
Riesgo potencial	10
Volatilidad	100
Procedimiento	1
Protección colectiva	1
Factor de Corrección	10

Con lo cual el valor del riesgo por inhalación es de 10000. Con este valor se procede a la caracterización del mismo, con lo cual se puede tomar las medidas necesarias.

Por medio de la Tabla 3.22, se determina que el riesgo por inhalación es muy elevado por lo cual se deben tomar medidas correctoras inmediatas, ya que tiene prioridad de acción 1.

Tabla 3.32 Resumen Tabla 3.22

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
>1000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

El procedimiento que se va a realizar para este laboratorio es el mismo que se utilizó en el laboratorio de Soldadura, para lo cual se siguen los mismos pasos que son:

- Determinación del riesgo potencial
  - Clase de peligro

Para obtener este valor que se va a utilizar la Tabla 3.13. (Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos).

Tabla 3.33 Resumen Tabla 3.13

Clases de Peligro	Frases R	Frases H	$VLA \frac{mg}{m^3}$ (1)	Materiales y procesos
2	R37R36/37, R37/38, R36/37/38R67	H335H336	> 10 ≤ 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito Material de construcción / Talco Cemento / Composites Madera de combustión tratada Soldadura Metales-Plásticos Material vegetal- animal

Por la cual determinamos que la clase de peligro es un valor de 2, ya que en el laboratorio se trabaja con grafito, etc.

- Clase de exposición potencial

Utilizando la Tabla 3.14 (clase de cantidad en función de las cantidades por día) podemos obtener la clase de cantidad dependiendo de la cantidad que se utiliza por día, que en el caso del laboratorio es de 200g de carbono para realizar los diferentes tipos de tratamientos térmicos por mes lo que corresponde a 10g por día laboral aproximadamente.

Tabla 3.34 Resumen Tabla 3.14

Clase de cantidad	Cantidad /día
1	< 100 g ó ml

Esto nos da una clase de cantidad de 1 ya que los 10g está en el rango de <100g.

A continuación de esto, se determina la clase según la frecuencia a la cual está expuesto el trabajador en este caso el ayudante de laboratorio, ya que es la persona que permanece mayor tiempo en este; se obtiene utilizando la Tabla 3.15

El ayudante está expuesto durante unas 30 horas por mes aproximadamente y tomando que las prácticas no se realizan todos los días, ni todas las semanas del mes, se encuentra en la categoría de intermitente ya el rango de utilización es 3 a 4 días por mes, lo que nos da una clase de 2.

Tabla 3.35 Resumen Tabla 3.15

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
<b>Mes</b>	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
<b>Clase</b> →	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.			

Los valores obtenidos anteriormente nos ayudan a encontrar la clase de exposición potencial con la utilización de la Tabla 3.16, con esto resulta que es 1.

Tabla 3.36 Resumen Tabla 3.16

<b>Clase de cantidad</b>						
<b>1</b>	0	1	1	1	1	
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Clase de frecuencia</b>

Una vez obtenido el valor de 1 y el valor de 2 que asignamos por la clase de peligro en función de las frases R utilizando la Tabla 3.13; podemos determinar el riesgo potencial por medio de la Tabla 3.17, que nos da el valor de 1.

Tabla 3.37 Resumen Tabla 3.17

<b>Clase de exposición potencial</b>						
<b>1</b>	1	1	2	3	4	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Clase de peligro</b>

Por último para poder puntuar el riesgo potencial utilizamos la Tabla 3.18, y con el valor que obtuvimos anteriormente resulta que el valor de este es de 1.

Tabla 3.38 Resumen Tabla 3.18

<b>Clase de riesgo potencial</b>	<b>Puntuación de riesgo potencial</b>
1	1

- Determinación de la volatilidad o pulverulencia.

Para determinar este parámetro se va a utilizar la Tabla 3.19(determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos) y la Tabla 3.20(Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia).

Tabla 3.39 Resumen Tabla 3.19

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo no, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3

De aquí se puede observar que la clase de pulverancia según Tabla 3.19 es de 3, y la puntuación de esta es de 100 según Tabla 3.20.

Tabla 3.40 Resumen Tabla 3.20

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100

- Determinación del procedimiento de trabajo.

Para determinar esta variable primero se debe determinar la clase de procedimiento y puntuarla esto se realiza utilizando la Figura 3.4, de la cual se obtiene que sea de clase 2, es decir cerrado/abierto regularmente ya que en esta clasificación se encuentra todo lo relacionado al manejo controlado de químicos y toma de muestras. La puntuación que se le dé a esta clase es la de 0.05.

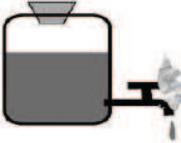
Cerrado/abierto regularmente

Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...
<b>Clase 2</b>
<b>Puntuación de procedimiento</b>
<b>0,05</b>

Figura 3.8 Resumen Figura 3.4.

El factor de la protección colectiva se determina por medio de la Figura 3.5, de la cual se tiene que es de clase 5, es decir trabajo en espacio con aberturas

limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, cuya puntuación es de **10**.

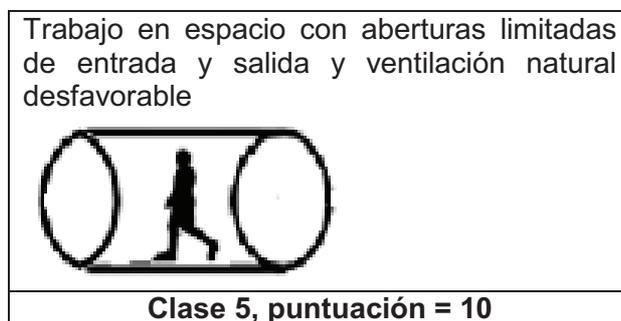


Figura 3.9 Resumen Figura 3.5.

- Corrección en función del VLA

Este factor  $FC_{VLA}$  se encuentra utilizando la Tabla 3.21a la cual utiliza el dato de VLA que se obtuvo de la Tabla 3.13, y en nuestro caso está entre  $0.01$  y  $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ; con esto el valor de este factor es de **10**.

Tabla 3.41 Resumen Tabla 3.21

VLA	$FC_{VLA}$
$0,01 < VLA \leq 0,1$	10

- Calculo de la puntuación del riesgo por inhalación.

Al igual que con el laboratorio anterior para realizar la puntuación se debe utilizar la Ec. (3.5) colocando los valores calculados anteriormente los cuales van a ser indicados a continuación:

Factores	Valor
Riesgo potencial	1
Volatilidad	100
Procedimiento	0.05
Protección colectiva	10
Factor de Corrección	10

Con lo cual el valor del riesgo por inhalación es de 500. Con este valor se procede a la caracterización del mismo, con lo cual se puede tomar las medidas necesarias.

Por medio de la Tabla 3.22, se determina que el riesgo por inhalación es moderado por lo cual se debe probablemente tomar medidas correctoras o realizar una evaluación más detallada, ya que tiene prioridad de acción 2.

Tabla 3.42 Resumen Tabla 3.22

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)

### 3.4 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS

#### 3.4.1 RIESGOS MECÁNICOS

Se entiende por riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, solidos o fluidos.

Puede producir lesiones corporales tales como cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atrapamientos, aplastamientos, quemaduras, etc. También se incluyen los riesgos de exposición derivables de accidentes vinculados a instalaciones a presión.

El riesgo mecánico puede producirse en toda operación que implique manipulación de herramientas manuales (motorizadas o no), maquinaria (ej: fresadoras, lijadoras, tornos, taladros, prensas etc.) manipulación de vehículos, utilización de dispositivos de elevación (grúas, puentes grúas, etc.)<sup>40</sup>

#### 3.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para este tipo de riesgo se utilizara el método Fine Modificado, el mismo que nos ayudara a identificar los fallos posibles dentro de las instalaciones del taller de Procesos de Producción Mecánica. (Ver Anexo 3.2)

---

<sup>40</sup>Riesgos Mecánicos; Definición y criterios para la selección de resguardos; Ing. Carola A. Corra; UCA

### 3.4.2.1 MÉTODO FINE MODIFICADO

El método matemático propuesto para la evaluación de riesgos mecánicos, se fundamenta en el cálculo del grado de peligrosidad, cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Grado de Peligrosidad} = \text{Consecuencias} \times \text{Exposición} \times \text{Probabilidad} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

#### 3.4.2.1.1 Consecuencia

Se define como el daño debido al riesgo que considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales.

Los valores numéricos asignados para las consecuencias más probables de un fallo o accidente se pueden ver en el cuadro siguiente: <sup>41</sup>

**Tabla 3.43 Valoración de Consecuencias**

<b>Consecuencias</b>	<b>Valor</b>
Varias muertes	50
Muerte y/o daños mayores	25
Lesiones extremadamente graves (amputación, incapacidad permanente)	15
Lesiones con incapacidades no permanentes	5
Lesiones con heridas leves, contusiones, contusiones, golpes y/o pequeños daños	1

#### 3.4.2.1.2 Exposición

Se define como la frecuencia con que se presenta la situación, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Mientras más grande sea la exposición a una situación potencial peligrosa, mayor es el riesgo asociado a dicha situación.

La ponderación se la realiza de acuerdo al siguiente cuadro:

**Tabla 3.44 Valoración de la Exposición**

---

<sup>41</sup> Avaliacao e Controlo de Riscos "Método Fine" V. Ribeiro (2002) Pág. 1-2

<b>Exposición</b>	<b>Valor</b>
La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día	10
Frecuentemente una vez al día	6
Ocasionalmente de una vez por semana a una vez al día	3
Raramente se sabe que ocurre	1
Remotamente posible, no se sabe que haya ocurrido	0,5

#### 3.4.2.1.3 Probabilidad

Este factor se refiere a la probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencias.

Los datos para la valoración se establecen en la siguiente tabla:

**Tabla 3.45 Valoración de Probabilidad**

<b>Probabilidad</b>	<b>Valor</b>
Es el resultado más probable y esperado; si la situación de riesgo tiene lugar	10
Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%	6
Sería una rara coincidencia. Tiene una probabilidad del 10%	3
Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido: probabilidad 1%	1
Nunca ha sucedido en muchos años de exposición el riesgo pero es concebible	0,5

#### 3.4.2.1.4 Criterios para determinar la gravedad relativa de sus consecuencias o pérdidas

El siguiente cuadro presenta una ordenación posible que puede ser variable en función de la valoración de cada factor, dependiendo de la actuación frente al riesgo establecido.<sup>42</sup>

**Tabla 3.46 Magnitud del riesgo según su gravedad**

$G.P = C \times E \times P$		
Intervalo	Calificación	Corrección
$G.P \geq 200$	Alto	Se requiere corrección inmediata
$200 > G.P \geq 85$	Medio	Actuación urgente. Requiere atención lo antes posible
$85 < G.P$	Bajo	El riesgo debe ser eliminado sin demora pero la situación no es una emergencia

Los riesgos mecánicos a tratar son:

- Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas o choques con objetos desprendidos
- Cizallamientos
- Desplome- Derrumbamiento
- Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas)
- Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto
- Contacto con herramientas
- Contacto con equipos o elementos
- Golpes, cortes, punzamientos
- Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)

---

<sup>42</sup><http://es.scribd.com/doc/46486156/Metodo-de-Willian-Fine>

### 3.4.2.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS LABORATORIO DE SOLDADURA

Para evaluar el laboratorio de soldadura, por medio del método *Fine Modificado* se lo dividió en 6 partes:

- Soldadura 1
- Soldadura 2
- Mesas de trabajo
- Maquinas herramientas
- Equipos que no se utilizan

Esto con el objetivo de obtener datos más precisos; dichas áreas se las puede diferenciar claramente en el *Plano PPM-PSA1* del Taller de Procesos de Producción Mecánica.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 3.47 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Soldadura 1

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
<b>Soldadura 1</b>	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas de personas al mismo nivel	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	6	6	180	MEDIO	Atención lo antes posible
	Cizallamientos	5	1	1	5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desplome- Derrumbamiento	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas)	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	15	3	3	135	MEDIO	Atención lo antes posible
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible	

Tabla 3.48 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Soldadura 2

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
<b>Soldadura 2</b>	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas de personas al mismo nivel	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	6	6	180	MEDIO	Atención lo antes posible
	Cizallamientos	5	1	1	5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desplome- Derrumbamiento	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas)	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	15	3	3	135	MEDIO	Atención lo antes posible
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible	

Tabla 3.49 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Mesas de Trabajo

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
Mesas de Trabajo	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas de personas al mismo nivel	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	6	6	180	MEDIO	Atención lo antes posible
	Cizallamientos	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Desplome- Derrumbamiento	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	5	6	3	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	6	3	90	MEDIO	Atención lo antes posible
Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible	

Tabla 3.50 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Máquinas Herramientas

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
Máquinas Herramientas	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas de personas al mismo nivel	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	3	6	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Cizallamientos	5	1	6	30	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desplome- Derrumbamiento	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	1	0,5	2,5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada	

Tabla 3.51 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Equipos que no se utilizan (1)

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	6	3	90	MEDIO	Atención lo antes posible
	Caidas de personas al mismo nivel	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	1	1	5	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Cizallamientos	5	6	1	30	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
<b>Equipos que no se utilizan</b>	<b>Desplome- Derrumbamiento</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>90</b>	<b>MEDIO</b>	<b>Atención lo antes posible</b>
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	5	6	1	30	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	1	3	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)	5	6	3	90	MEDIO	Atención lo antes posible

Por lo tanto los riesgos dentro del Laboratorio de Soldadura son:

Tabla 3.52 Riesgos mecánicos en el Laboratorio de Soldadura

Zona	Riesgo	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo	Alerta de Riesgo
<b>Laboratorio de Soldadura</b>	Caidas de personas al mismo nivel	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Caidas o choques con objetos desprendidos	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Golpes o choques contra objetos inmóviles	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Cizallamientos	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Golpes, cortes, punzamientos	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Desplome- Derrumbamiento	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla

### 3.4.2.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS MECÁNICOS LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

Para evaluar el laboratorio de tratamientos térmicos y superficiales, por medio del método **Fine Modificado** se lo dividió en 2 partes:

- Tratamientos térmicos y Tratamientos térmicos (Fundición)

Tabla 3.53 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Tratamientos Térmicos

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
<b>Tratamientos Térmicos</b>	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas de personas al mismo nivel	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Cizallamientos	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desplome- Derrumbamiento	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
<b>Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>MEDIO</b>	<b>Atención lo antes posible</b>	

Tabla 3.54 Evaluación de riesgos mecánicos mediante el método FINE, Tratamientos Térmicos (Fundición)

Zona	Riesgo	C	E	P	G.P	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo
<b>Tratamientos Térmicos (Fundición)</b>	Atrapamientos, aprisionamientos, aplastamientos por o entre objetos	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	<b>Caidas de personas al mismo nivel</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>90</b>	<b>MEDIO</b>	<b>Atención lo antes posible</b>
	Caidas o choques con objetos desprendidos (orden y limpieza deficientes)	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Cizallamientos	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desplome- Derrumbamiento	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Desprendimiento o proyección de partículas (sólidas o líquidas )	5	3	1	15	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con elementos eléctricos, directo o indirecto	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con herramientas o máquinas defectuosas	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Contacto con equipos o elementos a altas presiones	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
	Golpes, cortes, punzamientos	5	3	3	45	BAJO	No es una emergencia, debe ser eliminada
<b>Golpes o choques contra objetos inmóviles (Espacio limitado para desenvolverse)</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>MEDIO</b>	<b>Atención lo antes posible</b>	

Por lo tanto los riesgos dentro del Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales son:

Tabla 3.55 Riesgos mecánicos en el Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales

Zona	Riesgo	Calificación del riesgo	Actuación Frente al riesgo	Alerta de Riesgo
Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Superficiales	Golpes o choques contra objetos inmóviles	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla
	Caidas de personas al mismo nivel	MEDIO	Atención lo antes posible	Alerta amarilla

### **3.5 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS**

Los riesgos disergonómicos son aquellos que se derivan del desempeño de la actividad laboral en sí, de las relaciones del individuo con su medio de trabajo y de las posturas que adopte. Por otro lado, también influyen las características físicas y psíquicas del trabajador, de su lugar de trabajo, de la organización, así como de las herramientas y maquinarias que utilice, entre otras.

#### **3.5.1 CARGA FÍSICA ESTUDIO DE LOS FACTORES BIOMECÁNICOS**

Se define como la ciencia que aplica las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos, especialmente en el aparato locomotor. En nuestro caso, nos interesa el estudio de la biomecánica humana aplicada al ámbito laboral.

La biomecánica laboral es el estudio de la interacción de los trabajadores con sus herramientas, máquinas y materiales en sus puestos de trabajo a fin de mejorar el rendimiento del trabajador minimizando los riesgos de las lesiones musculoesqueléticas.

El objetivo es obtener el máximo rendimiento con el mínimo esfuerzo

##### **3.5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA EL MANEJO MANUAL DE CARGAS: TRANSPORTE, EMPUJE Y TRACCIÓN**

*3.5.1.1.1 Manipulación manual de cargas. Tablas de Snook y Ciriello. Norma ISO 11228.*

Debido a lo complejo de obtener datos biomecánicos, en la práctica se utilizan modelos biomecánicos, que son simplificaciones de la realidad biomecánica y sirven para hacer cálculos de esfuerzos internos y de las reacciones en las articulaciones.

El objetivo es asociar los dolores dorso-lumbares y la realización de tareas de levantamiento, descenso, transporte, empuje y tracción de cargas. Las tablas de Snook y Ciriello establecen los valores máximos aceptables de pesos y fuerzas para un determinado porcentaje de la población en unas condiciones dadas.

Una tarea se considera aceptable cuando es capaz de realizarla al menos el 90% de la población trabajadora. Si la pueden realizar entre el 90% y el 75% la tarea debe ser mejorada, aunque ciertos trabajadores entrenados podrían llevarla a cabo sin riesgo significativo para su salud. Las tareas que pueden ser realizadas por menos del 75% de los trabajadores se consideran de riesgo y deben ser rediseñadas (Tabla 3.56)<sup>43</sup>

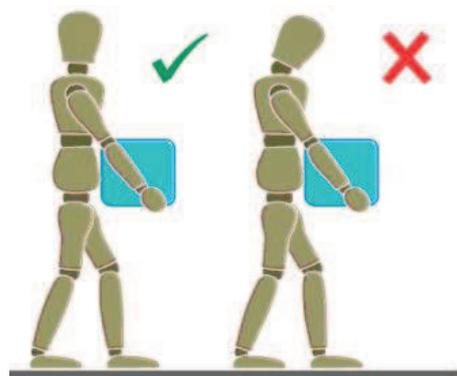
**Tabla 3.56 Conclusiones de los estudios de Snook y Ciriello**

Tarea Aceptable	> 90%
Tarea Mejorable	90% - 75%
Tarea de Riesgo	< 75%

- *Transporte de carga*

Para determinar el valor máximo aceptable de peso que puede ser transportado, se deben tener en cuenta las siguientes variables:

- Frecuencia de transporte: cada 8 horas o cada 6 segundos.
- Distancia de transporte de carga: 2,1; 4,3 y 8,5 metros
- Altura vertical a la que se transporta la carga: altura de los codos 111cm en hombres y 105cm en mujeres o altura de los nudillos 79cm y 72 cm respectivamente.



**Figura 3.10 Altura vertical de transporte**

<sup>43</sup> Manipulación Manual de cargas; Tablas de Snook y Ciriello. Norma ISO 11228; Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo

- *Empuje y tracción*

Para determinar el valor máximo aceptable de fuerza que pueda realizarse para mover una carga empujándola o arrastrándola sin que existiera riesgo de una lesión, se deben conocer dos fuerzas que son:

- Fuerza inicial, fuerza necesaria para vencer el rozamiento inicial y poner al objeto en movimiento.
- Fuerza sostenida, fuerza necesaria para trasladar al objeto una vez puesto al objeto en movimiento.

### 3.5.1.2 EVALUACION DE RIESGOS DISERGONÓMICOS; TRANSPORTE DE CARGA, EMPUJE Y TRACCIÓN, TABLAS DE SNOOK Y CIRIELLO

3.5.1.2.1 *Para el manejo manual de cargas.*

Mediante el uso de las tablas de Snook y Ciriello (Ver ANEXO 3.3) se tiene los siguientes resultados:

Tabla 3.57 Evaluación de riesgos biomecánicos (Transporte de Carga, Empuje y tracción) mediante las tablas de Snook y Ciriello

Riesgo	Genero	Detalles	% de personas que pueden realizar el trabajo sin riesgo	Riesgo existente
Transporte de Carga	Hombres	Carga a transportar 14Kg. Distancia a recorrer 2m Frecuencia cada 15 segundos	90%	No existe riesgo
	Mujeres	Altura de la carga 111cm	75%	No existe riesgo
Empuje y tracción	Hombres	Fuerza inicial 25 Kg Distancia recorrida 2m Altura de la carga 111cm	75%	No existe riesgo
	Mujeres	Frecuencia cada 30 min	75%	No existe riesgo

**No existe riesgo** significativo para la salud pero las acciones pueden ser mejoradas

### 3.5.1.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODOD PARA EL MANEJO MANUAL DE CARGAS: ELEVACIÓN Y DESCENSO

#### 3.5.1.3.1 Levantamiento manual de cargas: Ecuación de NIOSH<sup>44</sup>

El *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) desarrolló la ecuación para evaluar el manejo de cargas en el trabajo, el objetivo de esta herramienta es identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que está sometido el trabajador y recomendar un peso adecuado para cada tarea. Dicha ecuación fue elaborada bajo tres criterios: el biomecánico, que limita el estrés en la región lumbosacra, el fisiológico, que limita el estrés metabólico y la fatiga; y el criterio psicofísico, que limita la carga basándose en la percepción que tiene el trabajador de su propia capacidad.

Esta ecuación es aplicable a todo tipo de tareas, excepto aquellas en que la frecuencia de levantamientos es elevada (de más de 6 levantamientos por minuto).

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{Carga levantada}}{\text{Límite de peso recomendado (LPR)}} \quad \text{Ec. (3.7)}$$

$$LPR = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad \text{Ec. (3.8)}$$

#### Dónde:

- **LPR:** Límite de peso recomendado
- **LC:** constante de carga
- **HM:** factor de distancia horizontal
- **VM:** factor de altura
- **DM:** factor de desplazamiento vertical

---

<sup>44</sup>NTP 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación de NIOSH; Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Pág. 2-6

- **AM:** factor de asimetría
- **FM:** factor de frecuencia
- **CM:** factor de agarre

Se pueden establecer tres zonas de riesgo dependiendo del valor del índice de levantamiento:

- Riesgo limitado; (Índice de levantamiento < 1) no existen problemas.
- Incremento moderado del riesgo; ( $1 < \text{Índice de levantamiento} < 3$ ) posibles dolencias o lesiones, rediseñar las tareas y mantenerla bajo control.
- Incremento acusado del riesgo (Índice de levantamiento > 3) Inaceptable la tarea debe ser modificada.

### 3.5.1.3.2 Descripción de los factores que constituyen la ecuación de NIOSH

La localización estándar de levantamiento, se trata de una referencia en el espacio tridimensional para evaluar la postura de levantamiento. La distancia vertical del agarre de la carga al suelo es de 75cm y la distancia horizontal del agarre horizontal del agarre al punto medio entre los tobillos es de 25cm. Cualquier desviación respecto a esta referencia implica un alejamiento de las condiciones ideales de levantamiento (Ver Figura 3.11)

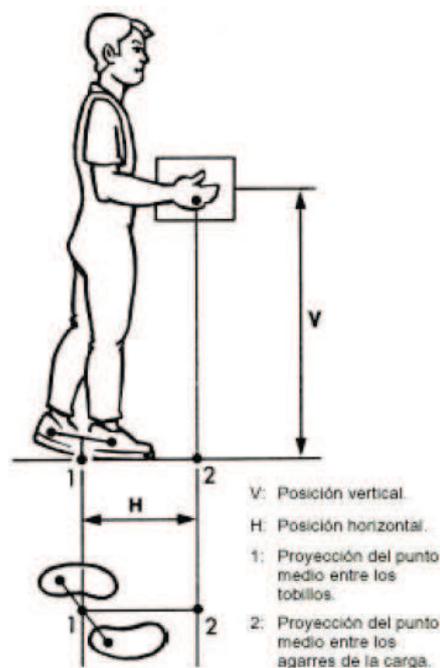


Figura 3.11 Localización estándar de levantamiento

### a. CONSTANTE DE CARGA (LC, load constant)

Es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros del torso ni posturas asimétricas).

El valor de la constante quedo fijado en 23 kg, el levantamiento de una carga igual al valor de la constante de carga bajo condiciones ideales seria realizado por el 75% de la población femenina y por el 90% de la masculina, de manera que la fuerza de compresión en el disco lumbar, producto del levantamiento no supera los 3,4 KN.

$$LC = 23Kg$$

### b. FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL (HM, horizontal multiplier)

Estudios biomecánicos indican que la dificultad del manejo manual de cargas aumenta con la distancia entre la carga y la columna. El estrés por compresión (axial) que aparece en la zona lumbar está, por tanto, directamente relacionado con dicha distancia horizontal (H en cm) que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + \frac{w}{2}; \text{ si } V \geq 25cm \quad \text{Ec. (3.9)}$$

$$H = 25 + \frac{w}{2}; \text{ si } V < 25cm \quad \text{Ec. (3.10)}$$

Donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina con la siguiente ecuación:

$$HM = \frac{25}{H} \quad \text{Ec. (3.11)}$$

Penalizando los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo. Si la carga se levanta pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo, el factor toma el valor de 1. Se considera que  $H > 63\text{cm}$  dará lugar a un levantamiento con pérdida de equilibrio, por lo que asignaremos  $HM=0$  (el límite de peso recomendado será igual a cero)

### c. FACTOR DE ALTURA (VM, vertical multiplier)

Determina los levantamientos que se realizan desde una posición baja o demasiado elevada.

El comité del NIOSH escogió un 22,5 % de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el descenso desde el nivel del suelo.

Este factor valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor; se determina

$$VM = 1 - 0,003|V - 75|$$

Ec. (3.12)

Donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si  $V > 175\text{cm}$ , tomaremos  $VM=0$ .

### d. FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL (DM, distance multiplier)

Es la diferencia entre la altura inicial y final de la carga. El comité definió un 15% de disminución en la carga cuando el desplazamiento se realice desde el suelo hasta más allá de la altura de los hombros; se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

Ec. (3.13)

$$D = V'1 - V'2$$

Ec. (3.14)

Donde  $V'1$  es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y  $V'2$ , la altura al final del mismo.

Cuando  $D < 25\text{cm}$ , tendremos  $DM=1$ , valor que irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable se considera 175cm.

**e. FACTOR DE ASIMETRÍA (AM, asymmetric multiplier)**

Se considera un movimiento asimétrico aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, este movimiento deberá evitarse siempre que sea posible. El ángulo de giro (A) deberá medirse en el origen del movimiento y si la tarea requiere un control significativo de la carga (es decir, si el trabajador debe colocar la carga de una forma determinada en un punto de destino), también deberá medirse el ángulo de giro al final del movimiento.

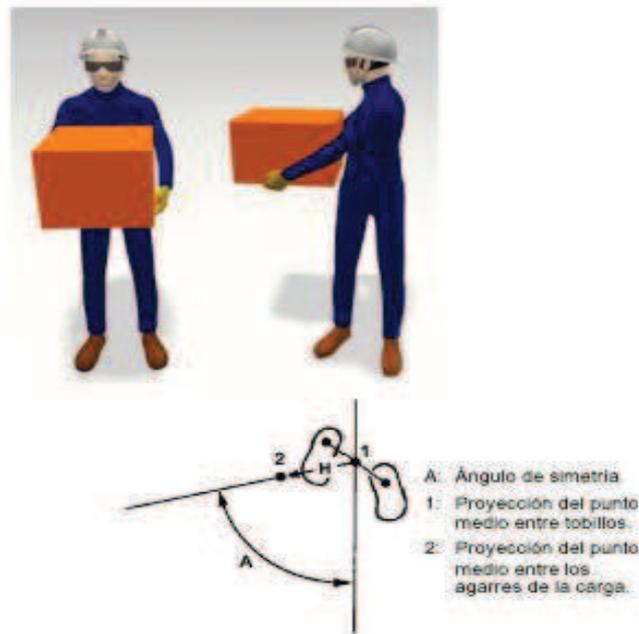


Figura 3.12 Representación gráfica del ángulo de asimetría

Se establece:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

Ec. (3.15)

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de  $90^\circ$ . Si el ángulo de giro es superior a  $135^\circ$ , tomaremos  $AM=0$ .

### f. FACTOR DE FRECUENCIA (FM, frequency multiplier)<sup>45</sup>

Está definido por el número de levantamientos por minuto, por la duración de la tarea y por la altura de los mismos.

Tabla 3.58 Cálculo del factor de frecuencia (FM)

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

En cuando a la duración de la tarea, se considera de corta duración cuando se trata de una hora o menos de trabajo (seguida de un tiempo de recuperación de 1,2 veces el tiempo de trabajo), de duración moderada, cuando es de una a dos horas (seguida de un tiempo de recuperación de 0,3 veces el tiempo de trabajo), y de larga duración, cuando es de más de dos horas.

<sup>45</sup>Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España; Pág. 5

### g. FACTOR DE AGARRE (CM, coupling multiplier)

Se obtienen según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Estudios psicofísicos demostraron que la capacidad de levantamiento se veía disminuida por un mal agarre en la carga y esto implicaba la reducción del peso entre un 7% y un 11%; como se muestra a continuación:

Tabla 3.59 Determinación del factor de agarre (CM)

Tipo de Agarre	Factor de Agarre (CM)	
	V<75	V≥75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

### 3.5.1.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS; ELEVACIÓN Y DESCENSO, POR LA ECUACIÓN DE NIOSH

La evaluación de tareas extracción de muestras y preparación de junta se la realizará por la ecuación de NIOSH

#### a. CONSTANTE DE CARGA (LC, load constant)

Como se explicó anteriormente en la descripción del método, esta constante tiene un valor de:

$$LC = 23Kg$$

#### b. FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL (HM, horizontal multiplier)

En la tabla que se muestra a continuación están valores que podrían aparecer dentro de la construcción de la unión permanente o soldadura.

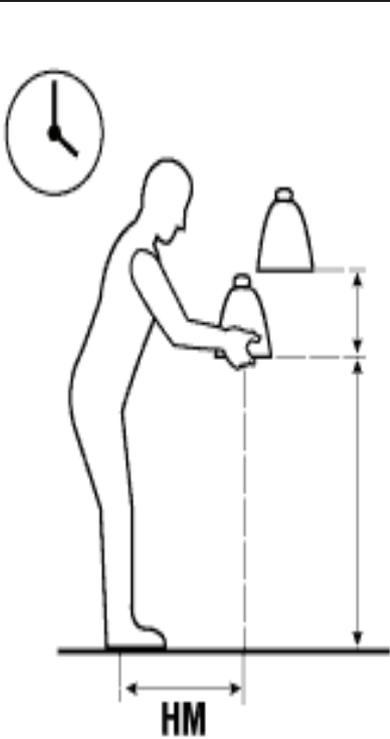
Los valores que se establecerán para el cálculo del factor de distancia son:

- W= 30 cm (ancho estándar de una placa a se ensayada)
- V > 25cm (altura de mesas en donde se realiza la soldadura aprox. 75cm)

Utilizando la Ecuación 3.11 se tiene:

Tabla 3.60 Factor de Distancia horizontal, HM

HM1	HM2	W1	V>25		V<25	
			H1	W2	H2	H2
1,25	1,00	0	20	0	25	
1,09	0,89	6	23	6	28	
1,00	0,83	10	25	10	30	
0,93	0,78	14	27	14	32	
0,86	0,74	18	29	18	34	
0,81	0,69	22	31	22	36	
0,76	0,66	26	33	26	38	
<b>0,71</b>	<b>0,63</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	
0,68	0,60	34	37	34	42	
0,64	0,57	38	39	38	44	
0,61	0,54	42	41	42	46	
0,58	0,52	46	43	46	48	
0,56	0,50	50	45	50	50	
0,53	0,48	54	47	54	52	
0,51	0,46	58	49	58	54	
0,49	0,45	62	51	62	56	
0,47	0,43	66	53	66	58	
0,45	0,42	70	55	70	60	
0,44	0,40	74	57	74	62	



H	HM1
35	<b>0,71</b>

No se escoge el HM2 debido a la condición de  $V > 25\text{cm}$ .

### c. FACTOR DE ALTURA (VM, vertical multiplier)

Por lo general las placas son transportadas tanto por hombres y mujeres a una altura que varía de los 70cm a 80 cm

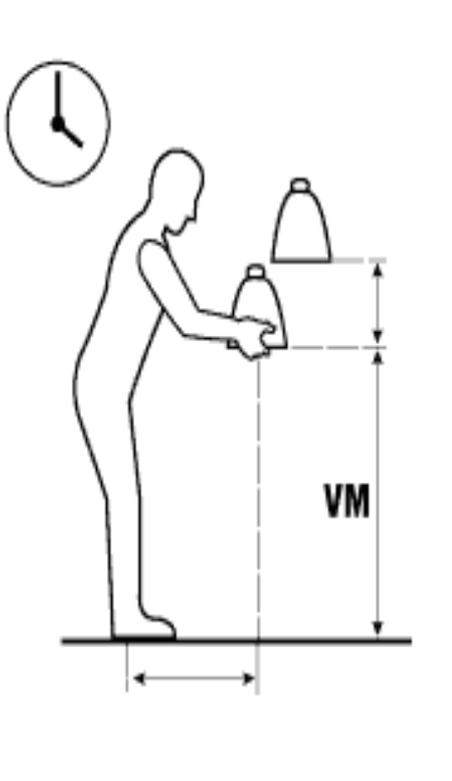
- $V = 75\text{cm}$  (altura promedio de transporte antes de llegar a la mesa)

En la Tabla 3.61 se muestra una serie de datos y su variación con respecto a la altura esto con el objetivo de ver como incrementa el factor y por consiguiente el riesgo. Esto para los casos especiales de soldadura sobre cabeza que por lo general son pocos por no decir nulos en el taller.

Utilizando la Ecuación 3.12 se tiene:

Tabla 3.61 Factor de Altura, VM

V	VM
175	0
170	0,72
160	0,75
150	0,78
140	0,81
130	0,84
100	0,93
90	0,96
80	0,99
75	1
70	0,99
60	0,96
50	0,93
40	0,9
30	0,87
20	0,84
10	0,81
0	0,78



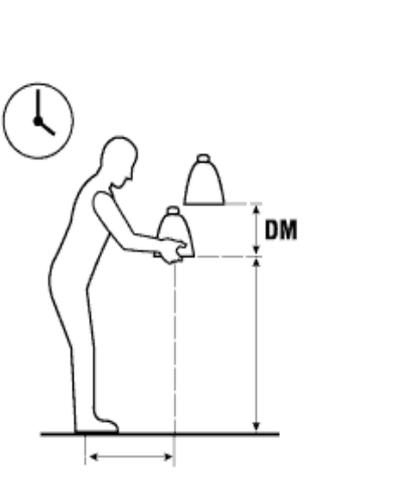
V	VM
75	1

**d. FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL (DM, distance multiplier)**

Utilizando la Ecuación 3.13 se tiene:

Tabla 3.62 Factor de Desplazamiento Vertical, DM

DM	D	V1	V2
0,85	>175	250	75
0,85	160	235	75
0,85	145	220	75
0,85	130	205	75
0,86	115	190	75
0,87	100	175	75
0,87	85	160	75
0,88	70	145	75
0,90	55	130	75
0,93	40	115	75
1,00	<25	100	75



D	DM
5	1

Por lo general se tiene que la distancia de transporte es la misma que la de deposito; para una  $D < 25\text{cm}$  el  $DM = 1$ , como se explicó en la descripción del método y se muestra en la Tabla 3.62

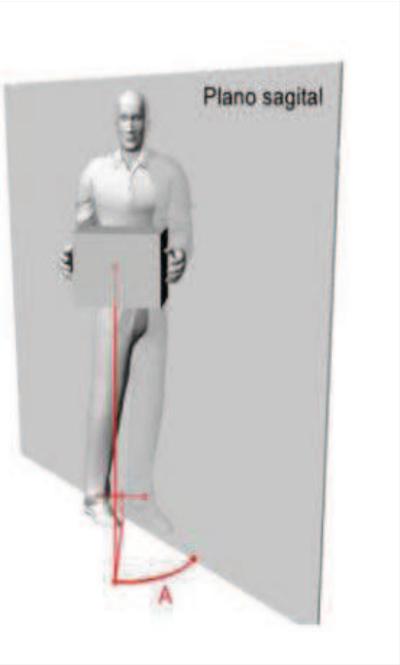
**e. FACTOR DE ASIMETRÍA (AM, asymmetric multiplier)**

La frecuencia con la que se realizan giros fuera del plano sagital es minima por lo que el ángulo de giro  $A = 0^\circ$ ; pero a continuación se presentan valores de como el valor se ve afectado con el movimiento del cuerpo.

Utilizando la Ecuación 3.15 se tiene:

Tabla 3.63 Factor de Asimetría, DM

AM	A
0,568	135
0,584	130
0,616	120
0,648	110
0,68	100
0,712	90
0,744	80
0,776	70
0,808	60
0,84	50
0,872	40
0,904	30
0,936	20
0,968	10
1	0



A	AM
0	1

**f. FACTOR DE FRECUENCIA (FM, frequency multiplier)**

Por lo general el trabajo tiene una duración de 2 horas, como ya se estableció anteriormente la altura  $V = 75\text{cm}$  (altura aprox de las mesas de trabajo) y una frecuencia de 1 elev/min.

Utilizando la Tabla 3.58 se obtiene:

Tabla 3.64 Factor de Frecuencia, FM<sup>46</sup>

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65

**g. FACTOR DE AGARRE (CM, coupling multiplier)**

Bajo el criterio de la distancia vertical V= 75cm y que las placas no presentan mayor dificultad para ser manipuladas se establece que el agarre es bueno.

Tabla 3.65 Factor de Agarre, CM

Tipo de Agarre	Factor de Agarre (CM)
	V≥75
Bueno	1,00

*3.5.1.4.1 Puntuación de la ecuación de NIOSH*

Utilizando la Ecuación 3.8 y bajo las condiciones con las que se obtuvo los distintos factores se establece:

$$LPR = 23 \times 0,71 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,88 \times 1$$

$$LPR = 14,37$$

Utilizando la Ecuación 3.7, con un peso de las placas que no supera los 10 Kg, se obtiene el índice de levantamiento, como se muestra a continuación:

<sup>46</sup>Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España; Pág. 5

Tabla 3.66 Evaluación de riesgos biomecánicos (Elevación y Descenso) por la ecuación de NIOSH

Variables		Coeficiente	
Peso Real=	10	LC=	23
H=	25	HM=	0,71
V=	75	VM=	1
D=	5	DM=	1
A=	0	AM=	1
F=	1	FM=	0,88
C=	Bueno	CM=	1
		LPR=	20,24
<b>ÍNDICE NIOSH</b>		<b>0,6959</b>	<b>Riesgo limitado No existen problemas</b>

Debido a que el índice de NIOSH tiene un valor menor a 1, se concluye que **No existe riesgo** en las actividades de extracción de muestras y preparación de juntas.

### 3.5.1.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA POSTURAS MANTENIDAS Y/O FORZADAS <sup>47</sup>

#### 3.5.1.5.1 Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. **Método REBA** (Rapid Entire Body Assessment)

El método de “Evaluación Rápida de Cuerpo Entero”, es un método de evaluación ergonómica que conforma alrededor de 600 posturas del cuerpo humano, para estimar el riesgo el trabajador debe sufrir alteraciones corporales relacionadas con las posturas forzadas de trabajo.

El desarrollo del REBA pretende:

- Analizar los riesgos musco esquelético en distintas tareas.
- Codificar al cuerpo en distintos segmentos para así mejorar la evaluación.
- Reflejar la interacción o interconexión entre la persona y la carga.

<sup>47</sup>NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: Carga Postural. Método de REBA; Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Pág. 2.4

- Dar un nivel de acción a través de la puntuación con una indicación de urgencia.

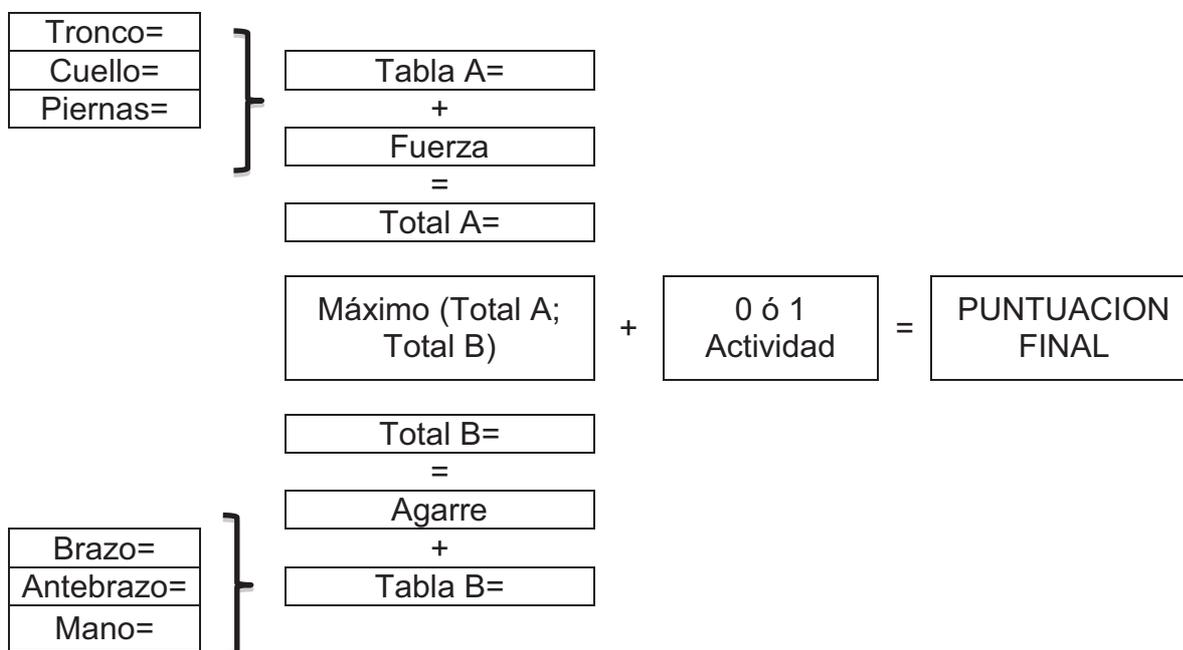
Los rangos de análisis se establecen de acuerdo a tablas

El grupo A tiene un total de 60 combinaciones posturales para tronco, cuello y piernas. La puntuación está comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/fuerza cuyo rango esta entre 0 y 3.

El grupo B tiene un total de 36 combinaciones posturales para la parte superior del brazo, parte inferior del brazo y muñecas. La puntuación varía de 0 a 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre, es decir sumarle de 0 a 3 puntos.

La puntuación final es el valor máximo del grupo A o B más la actividad está comprendida de en un rango de 1-15, el mismo que nos indicará el nivel de riesgo y la acción necesaria para cada caso.

Tabla 3.67 Hoja de puntuaciones, Método REBA



<b>Actividad</b>
¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas (1/0)?
¿Existen movimientos repetitivos (1/0)?
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestables (1/0)?

Tabla 3.68 Niveles de riesgo y acción

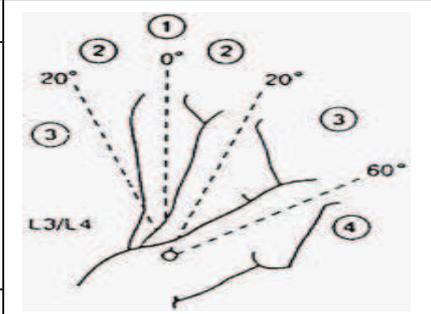
Nivel de Acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediato

### 3.5.1.6 EVALUACIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS PARA POSTURAS MANTENIDAS Y/O FORZADAS, MÉTODO DE REBA

Este tipo de riesgo se lo analizará durante la fabricación de la unión permanente o cordón de soldadura.

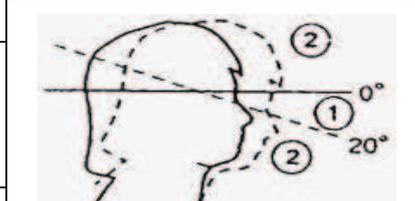
#### 3.5.1.6.1 Análisis del GRUPO A; Método REBA.

Tabla 3.69 Análisis del tronco

Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2		
20°-60° flexión >20° extensión	3		
>60° flexión	4		

1

Tabla 3.70 Análisis del cuello

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		

1

Tabla 3.71 Análisis de las piernas

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

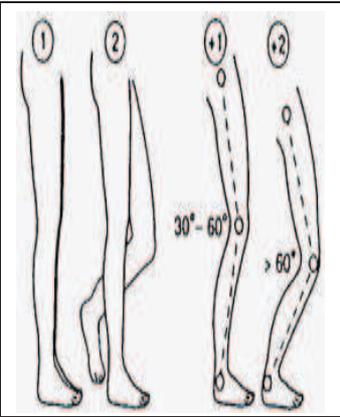


Tabla 3.72 Carga/Fuerza

0	1	2	+1
inferior a 5 Kg	5-10 Kg	10 kg	Instauración rápida o brusca

**0**

## 3.5.1.6.2 Análisis del GRUPO B; Método REBA.

Tabla 3.73 Análisis de brazos

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay rotación +1 elevación del hombro -1 si hay postura o apoyo a favor de la gravedad
>20° extensión 21°-45° flexión	2	
46°-90° flexión	3	
>90° flexión	4	

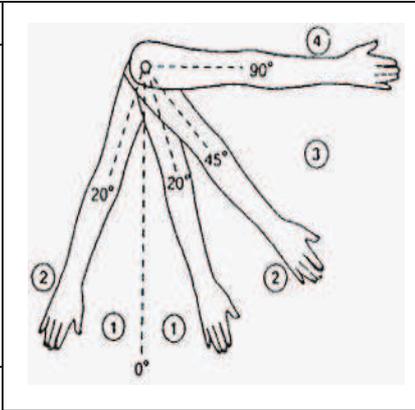


Tabla 3.74 Análisis de antebrazos

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
<60° flexión >100° flexión	2

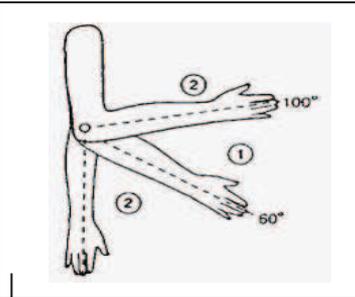


Tabla 3.75 Análisis de muñecas

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay rotación +1 elevación del hombro -1 si hay postura o apoyo a favor de la gravedad
>15° flexión/extensión	2	
46°-90° flexión	3	
>90° flexión	4	

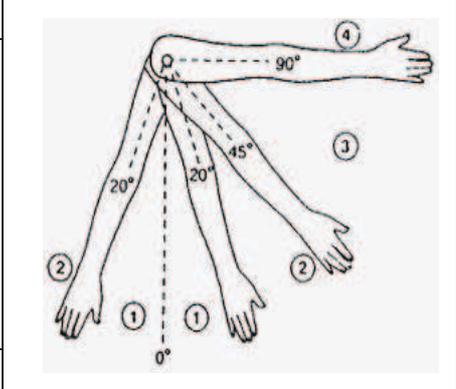


Tabla 3.76 Agarre

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir +1 si hay rotación o desviación lateral
>15° flexión/extensión	2	

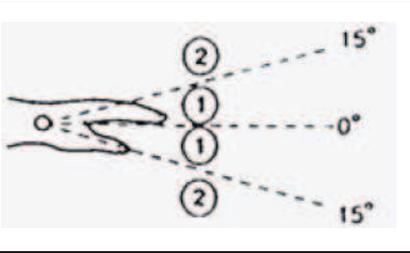


Tabla 3.77 Actividad muscular

0	1	2	+1
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual.

**0**

Tabla 3.78 Tabla Carga/Fuerza

¿Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas (1/0)?	0
¿Existen movimientos repetitivos (1/0)?	0
¿Se producen cambios posturales importantes o se adoptan posturas inestables (1/0)?	0

### 3.5.1.6.3 Resultados obtenidos por la aplicación del Método de REBA

#### Grupo A: Análisis de tronco, cuello y piernas

Puntuación tronco	1	
Puntuación cuello	1	
Puntuación piernas	1	
Puntuación carga/fuerza	0	<b>3</b>

#### Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

Puntuación brazos	1	
Puntuación antebrazos	1	
Puntuación muñecas	1	
Puntuación agarre	0	<b>3</b>

Tabla 3.79 Evaluación de riesgos biomecánicos (Posturas mantenidas y/o forzadas) mediante el método REBA

<b>Puntuación final REBA</b>	<b>3</b>
Nivel de acción	1
Nivel de riesgo	<b>Bajo</b>
Actuación	<b>No es necesario</b>

En base a la Tabla 3.68 y con una puntuación REBA de **4**, se establece que **El nivel de riesgo es bajo**

### 3.5.1.7 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA MOVIMIENTOS REPETITIVOS<sup>48</sup>

#### 3.5.1.7.1 Evaluación del riesgo por trabajo repetitivo. Método OCRA (Occupational Repetitive Action)

El método OCRA evalúa el riesgo por trabajo repetitivo de la extremidad superior, asociado el nivel de riesgo a la predictibilidad de aparición de un trastorno en un tiempo determinado.

Este método es para todos los trabajadores expuestos a una determinada situación, los factores deben evaluarse en períodos de tiempo adecuados para una recuperación.

El método OCRA se basa en comparar la cantidad total de acciones repetitivas de una jornada con un valor teórico recomendado, que se obtiene partiendo de una constante (30), que se multiplicará por factores que van de 0 a 1.

OCRA considera los siguientes factores de riesgo:<sup>49</sup>

$$\boxed{\text{Índice Checklist OCRA}} = \left( \boxed{\text{Factor de Recuperación}} + \boxed{\text{Factor de Frecuencia}} + \boxed{\text{Factor de Fuerza}} + \boxed{\text{Factor de Postura}} + \boxed{\text{Factores Adicionales}} \right) * \boxed{\text{Factor de duración}}$$

#### a. Factor de duración (FD).

El tiempo neto de trabajo (TNTR) equivale a la duración del turno en minutos menos las pausas, períodos de descanso, tareas no repetitivas y otros tiempos no dedicados al trabajo repetitivo.

$$TNTR = \text{Duración del turno} - [\text{Tiempo de trabajo no repetitivo} + \text{pausas}]$$

Ec. (3.16)

Con esto se puede determinar el tiempo neto del ciclo:

---

<sup>48</sup>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo e Inmigración, Gobierno de España; Trastornos Musculo esqueléticos, Pág.: 1-2

<sup>49</sup>Ergonomía Aplicada, Métodos de evaluación ergonómica; CHECK LIST OCRA, Ing. Edgar Monroy; Pág: 50

$$FD = \frac{TNTR}{No. Ciclos o Piezas}$$

Ec. (3.17)

Dónde:

- **FD:** tiempo neto de ciclos en minutos.
- **TNTR:** Tiempo neto de trabajo repetitivo en minutos.
- **No. Ciclos:** número de ciclos que corresponden a la elaboración de una pieza, o número de piezas producidas en un turno.

### b. Factor de recuperación (FR)

La recuperación está íntimamente ligada con los períodos de descanso.

Tabla 3.80 Puntuación factor de recuperación en función de la inadecuada distribución de los periodos de recuperación.<sup>50</sup>

Factor de Recuperación	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora( contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo	0
Existe 2 interrupciones por la mañana y por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo; o 4 interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en movimiento de 6 horas	2
Existe 2 pausas, de al menos 8-10 minutos cada una para un movimiento de 6 horas (sin descanso para el almuerzo); o bien existen 3 pausas, además del descanso para el almuerzo, en un movimiento de 7-8 horas.	3
Existe 2 pausas, además del descanso para almorzar, de entre 8 y 10 minutos cada una para un movimiento de entre 7 y 8 horas (o 3 pausas sin descanso para almorzar); o 1 pausa de al menos 8-10 minutos en un movimiento de 6 horas.	4
Existe una única pausa, de al menos de 10 minutos, en un movimiento de 7 horas sin descanso para almorzar, o en 8 horas solo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
No existe pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de movimiento	10

<sup>50</sup>Ergonomía Aplicada, Métodos de evaluación ergonómica; CHECK LIST OCRA, Ing. Edgar Monroy; Pág. 55

### c. Factor Frecuencia (FF)

Son las acciones técnicas realizadas por minuto dentro del ciclo. El riesgo es mayor a medida que la frecuencia de movimiento aumenta y/o la duración del ciclo disminuye.

Este valor está dividido entre acciones dinámicas, que van desde “0” hasta “10” en la situación más penosa; y acciones estáticas en donde los valores están entre “0” y “4,5” como se muestra en Tabla 3.81 y Tabla 3.82

El valor del factor de frecuencia es el máximo valor entre las acciones técnicas dinámicas y estáticas, este valor es independiente para cada extremidad.

$$FF = \text{Max}(ATD; ATE)$$

Ec. (3.18)

Dónde:

- **FF:** Factor de frecuencia.
- **ATD:** Valor de las acciones técnicas dinámicas.
- **ATE:** Valor de las acciones técnicas estáticas.

Tabla 3.81 Puntuación factor de frecuencia (Acciones técnicas dinámicas)

Acciones técnicas dinámicas	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	2
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Solo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.)	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más), no se permiten bajo ningún concepto las pausas.	10

Tabla 3.82 Puntuación factor de frecuencia (Acciones técnicas estáticas)

<b>Acciones técnicas estáticas</b>	<b>Puntos</b>
Se sostiene un objeto durante al menos de 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación)	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación)	4,5

#### d. Factor Fuerza (FFz)

Considera significativo el factor de fuerza únicamente si se ejerce fuerza con los brazos y/o manos al menos una vez cada pocos ciclos.

Tabla 3.83 Acciones más comunes en donde se ejerce fuerza con movimientos repetitivos

<b>Acciones más comunes</b>
Tirar o empujar palancas.
Cerrar o abrir.
Presionar o manipular componentes.
Utilizar herramientas.
Usar el peso del cuerpo para obtener fuerza necesaria.
Manipular componentes para levantar objetos

Para obtener la puntuación del factor de fuerza se debe determinar la intensidad del esfuerzo según la Tabla 3.84

Tabla 3.84 Intensidad del esfuerzo según la escala de Borg CR-10

<b>Intensidad del esfuerzo</b>	<b>Escala de Borg CR-10</b>
Ligero	$\leq 2$
Un poco duro	3
Duro	4-5
Muy duro	6-7
Cercano al máximo	$> 7$

Según la intensidad del esfuerzo se obtiene la puntuación de las Tabla 3.85, Tabla 3.86 y Tabla 3.87.

Si se escoge más de una acción (Tabla 3.83) la puntuación es la sumatoria

**Tabla 3.85 Puntuación fuerza moderada**

<b>Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala Borg)</b>	
<b>Duración</b>	<b>Puntos</b>
1/3 del tiempo	2
Más o menos la mitad del tiempo	4
Más de la mitad del tiempo	6
Casi todo el tiempo	8

**Tabla 3.86 Puntuación fuerza intensa**

<b>Fuerza intensa (5-6-7 puntos en la escala Borg)</b>	
<b>Duración</b>	<b>Puntos</b>
2 segundos cada 10 minutos	4
1% del tiempo	8
5% del tiempo	16
más del 10% del tiempo	24

**Tabla 3.87 Puntuación fuerza casi máxima.**

<b>Fuerza casi máxima (8 puntos o más en la escala Borg)</b>	
<b>Duración</b>	<b>Puntos</b>
2 segundos cada 10 minutos	6
1% del tiempo	12
5% del tiempo	24
más del 10% del tiempo	32

#### **e. Factor posturas y movimientos**

La valoración del riesgo asociado a la postura se realiza evaluando la posición del hombro, codo, de la muñeca y de las manos.

El método incrementa el riesgo debido a la postura si existen movimientos estereotipados o bien todas las acciones implican a los miembros superiores y la duración del ciclo es corta.

$$FP = \text{Max}(\text{Hombro}; \text{Codo}; \text{Muñeca}; \text{Mano}) + \text{Estereotipo}$$

Ec. (3.19)

Tabla 3.88 Puntuación factor de postura, Hombro

Hombro	Puntos
Los brazos no poseen apoyo y permanecen ligeramente elevados algo más de la mitad del tiempo	1
Los brazos se mantienen en la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
Los brazos se mantienen en la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24
<u>Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicaran las puntuaciones</u>	

Tabla 3.89 Puntuación factor de postura, Codo

Codo	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Tabla 3.90 Puntuación factor de postura, Muñeca

<b>Muñeca</b>	<b>Puntos</b>
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta postura forzada (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta postura forzada (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

Tabla 3.91 Puntuación factor de postura, Mano

<b>Agarre</b>		
<b>Mano</b>	<b>Duración</b>	<b>Puntos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco).</li> <li>• La mano está casi abierta (agarre con la palma de la mano).</li> <li>• Los dedos están en forma de gancho (agarre en gancho).</li> <li>• Otros tipos similares.</li> </ul>	Alrededor de 1/3 del tiempo	2
	Más de la mitad del tiempo	4
	Casi todo el tiempo	8

Tabla 3.92 Puntuación factor de postura, Estereotipos

<b>Movimientos estereotipados</b>	<b>Puntos</b>
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	1,5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o, codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	3

### f. Factores de riesgo Complementarios (FC)

Son factores que de alguna u otra manera pueden contribuir a empeorar el riesgo y son:

- Físico-Mecánicos, que hacen referencia a los aspectos físicos del entorno (Tabla 3.93)
- Socio-Organizativos, que hacen referencia a la imposición del ritmo (Tabla 3.94)

El factor de riesgo complementario es igual a la suma de la puntuación de los factores físico-mecánicos y socio-organizativos.

$$FC = Ffm + Fso$$

Ec. (3.20)

Tabla 3.93 Puntuación factor de riesgo complementarios, Físico – Mecánicos.

Factores adicionales	Puntos
Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).	2
Presencia de movimientos repentinos, bruscos con frecuencia de 2 o más por minuto.	2
Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.	2
Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.	2
Se emplean herramientas vibratoras por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.	2
Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).	2
Se realizan tareas de precisión durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento.	2
Existen más factores adicionales al mismo tiempo que ocupan más de la mitad del tiempo.	2
Existen uno o más factores complementarios que ocupan casi todo el tiempo.	3

Tabla 3.94 Puntuación factor de riesgo complementarios, Socio – Organizativos

Ritmo de trabajo	Puntos
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse.	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

### g. Nivel de riesgo en base índice Checklist OCRA

El valor del índice está determinado por la suma de los factores de riesgo ponderado por la duración:

$$\text{Checklist OCRA} = (FR + FF + FFz + FP + FC) \times FD$$

Ec. (3.21)

El nivel de riesgo esta ponderado en la Tabla 3.95:

Tabla 3.95 Índice Checklist OCRA, Nivel de riesgo y acciones sugeridas

VALOR CHECKLIST	NIVEL DE RIESGO	Acción sugerida
≥ 22,5	Riesgo inaceptable alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
14,1 – 22,5	Riesgo inaceptable medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
11,1 – 14	Riesgo inaceptable leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
7,6 – 11	Riesgo muy leve o incierto	No se requiere
0 - 7,5	Riesgo aceptable	No se requiere

### 3.5.1.8 EVALUACIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS PARA MOVIMIENTOS REPETITIVOS, MÉTODO CHECKLIST OCRA

La evaluación de este tipo de riesgo se lo analizará en las mesas de trabajo donde se realizan acciones de limpieza de la unión soldada y preparación de la junta.

#### a. Factor de duración (FD).

La jornada laboral esta determinada por un tiempo 480 minutos, de esta parte el trabajo neto que se realiza es de 240 minutos.

Por lo tanto, utilizando la ecuación 3.16 se obtiene un tiempo neto de trabajo de:

$$TNTR = 480 - [360 + 60] = 60$$

Ahora utilizando la ecuación 3.17; donde el número de ciclos o piezas corresponden a las dos horas de práctica; es decir un ciclo de trabajo en dos horas de clase.

Por lo tanto:

$$FD = \frac{60}{120} = 0,5$$

#### b. Factor de recuperación (FR)

Considerando interrupciones o períodos de descanso a los cambios de hora, descripción de la práctica o calificación de pruebas.

De acuerdo a la Tabla 3.80 se tiene:

Tabla 3.96 Factor de recuperación (FR)

Factor de Recuperación	Puntos
Existe 2 interrupciones por la mañana y por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo); o 4 interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en movimiento de 6 horas	2

### c. Factor Frecuencia (FF)

Se debe evaluar tanto para la parte derecha como para la izquierda.

De acuerdo a las Tabla 3.81 y Tabla 3.82 se tiene:

Tabla 3.97 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Dinámicas, lado derecho (ATD)

Acciones técnicas dinámicas	Puntos
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	Dch.
	<b>3</b>

Tabla 3.98 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Dinámicas, lado izquierdo (ATD)

Acciones técnicas dinámicas	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	Izd.
	<b>0</b>

Tabla 3.99 Factor de frecuencia: Acciones Técnicas Estáticas, lado derecho e izquierdo (ATE)

Acciones técnicas estáticas	Puntos	
	Dch.	Izq.
Se sostiene un objeto durante al menos de 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación)	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>

En base a la Ecuación 3.18 que indica que el FF es el máximo valor entre el ATD y el ATE se obtiene:

Tabla 3.100 Factor de frecuencia, lado derecho e izquierdo

	Dch.	Izq.
	3	0
	2,5	2,5
<b>Factor de Frecuencia (FF)</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>

#### d. Factor Fuerza (FFz)

El esfuerzo seleccionado “Duro”, por lo que en base a la escala de Borg CR-10 se obtiene una puntuación de:

Tabla 3.101 Esfuerzo según la escala de Borg CR-10

Intensidad del esfuerzo	Escala de Borg CR-10
Duro	4-5

Con estos datos se tiene una puntuación de fuerza moderada.

De la Tabla 3.85 se obtiene:

Tabla 3.102 Factor de Fuerza (FFZ) lado derecho e izquierdo

	Puntos	
	Dch.	Izq.
Más o menos la mitad del tiempo	---	4
Más de la mitad del tiempo	6	---
Factor de Fuerza (FFZ)	<b>6</b>	<b>4</b>

#### e. Factor posturas y movimientos (FP)

De las Tabla 3.88 Tabla 3.89 Tabla 3.90 y Tabla 3.91, se obtiene respectivamente:

Tabla 3.103 Factor postura homro, lado derecho e izquierdo

Hombro	Puntos	
	Dch.	Izq.
Los brazos no poseen apoyo y permanecen ligeramente elevados algo más de la mitad del tiempo	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla 3.104 Factor postura codo, lado derecho e izquierdo

Codo	Puntos	
	Dch.	Izq.
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	---	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4	---

Tabla 3.105 Factor postura muñeca con agarre, lado derecho e izquierdo

Muñeca	Puntos	
	Dch.	Izq.
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta postura forzada (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	---	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta postura forzada (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4	---

Tabla 3.106 Factor postura muñeca con agarre, lado derecho e izquierdo

Agarre			
Mano	Duración	Puntos	
Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco).	Alrededor de 1/3 del tiempo	Dch.	Izq.
		2	0

De la Tabla 3.92 se obtiene:

Tabla 3.107 Factor postura estereotipos lado derecho e izquierdo

Movimientos estereotipados	Puntos	
	Dch.	Izq.
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	1,5	0

De acuerdo a la Ecuación 3.19, indica que el factor de postura es el máximo valor entre las puntuaciones de hombros; codos; muñecas y manos, más la puntuación de los estereotipos.

Este resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.108 Factor postura, lado derecho e izquierdo

Segmento Articular	Puntos	
	Dch.	Izq.
Hombro	1	1
Codo	4	2
Muñeca	6	2
Manos	2	0
Máximo Valor	6	2
Estereotipos	1,5	0
<b>Factor postura (FP)</b>	<b>7.5</b>	<b>2</b>

#### f. Factores de riesgo Complementarios (FC)

De la Tabla 3.93 y Tabla 3.94 se obtiene:

Tabla 3.109 Factor de riesgo complementario, Físico-Mecánico, lado derecho e izquierdo

Factores adicionales	Puntos	
	Dch.	Izq.
Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.	2	---
Se emplean herramientas vibradoras por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.	2	2
Se realizan tareas de precisión durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento.	2	---
	<b>Máximo</b>	<b>2</b>

Tabla 3.110 Factor de riesgo complementario, Socio-Organizativo, lado derecho e izquierdo

Ritmo de trabajo	Puntos	
	Dch.	Izq.
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse.	1	1

Tabla 3.111 Factor de riesgo complementario, lado derecho e izquierdo

Segmento Articular	Puntos	
	Dch.	Izq.
Factores adicionales	2	2
Ritmo del trabajo	1	1
Factor de riesgo complementario (FC)	3	3

Por lo tanto el resultado es:

Tabla 3.112 Evaluación de riesgos biomecánicos (Movimientos repetitivos) mediante el método Checklist OCRA

	Dch.	Izd.
Factor de Recuperación (FR)	2	2
Factor de Frecuencia (FF)	3	2,5
Factor de Fuerza (FFZ)	6	4
Factor de Postura (FP)	7,5	2
Factores de riesgo complementarios (FC)	3	3
Factor Duración	0,5	0,5
<b>Índice de riesgo y valoración</b>		
	Dch.	Izd.
Índice de riesgo:	<b>10,75</b>	<b>6,75</b>
	<b>Muy leve o incierto</b>	<b>Aceptable</b>

En base a la Tabla 3.112 se establece que **No existe ningún tipo de riesgo** en los procesos de preparación de junta y limpieza de la unión soldada.

### **3.6 RIESGO DE INCENDIO**

Todo establecimiento de trabajo, servicio al público, comercio, almacenaje, espectáculos de reunión por cualquier concepto, o que por su uso impliquen riesgo de incendio, deberá contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados ya la clase de riesgo, los cuales se clasifican en los siguientes:

**FUEGO CLASE A:** fuegos de materiales sólidos, generalmente de naturaleza orgánica, en los cuales la combustión se presenta comúnmente con formación de llamas.

**FUEGO CLASE B:** fuegos de gases, líquidos o sólidos licuables.

**FUEGO CLASE C:** fuegos en equipos o instalaciones eléctricas vivas (con circulación de fluido eléctrico).

**FUEGO CLASE D:** fuegos de metales: cloratos, percloratos, en general de peróxidos y todos aquellos elementos que al entrar en combustión generan oxígeno propio para su autoabastecimiento, y similares.<sup>51</sup>

Para la evaluación del riesgo contra incendios se va a utilizar el método simplificado Meseri. Con este método se pretende facilitar la evaluación del riesgo con un sistema reducido, de fácil aplicación, ágil, que permita en algunos minutos calificar el riesgo.

#### **3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO**

##### **3.6.1.1 MÉTODO SIMPLIFICADO MESERI<sup>52</sup>**

Ya que es un método simplificado debe aglutinar mucha información en poco espacio, habiendo sido preciso seleccionar únicamente los aspectos más importantes y no considerar otros de menor relevancia, por lo que estos se pueden contemplar en dos bloques de diferentes factores:

---

<sup>51</sup>Reglamento de prevención de incendios IEESS, Seguridad general de riesgos de trabajo, art 48.

<sup>52</sup><http://www.leemira.cl/biblioteca/Meseri.pdf>.

- **Factores propios de las instalaciones**

- Construcción
- Situación
- Procesos
- Concentración
- Propagabilidad
- Destructibilidad

- **Factores de protección**

- Extintores
- Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- Bocas hidrantes exteriores
- Detectores automáticos de incendio
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas especiales

Cada uno de los factores de riesgo se subdivide a su vez teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar, como se verá a continuación. A cada uno de ellos se le aplica un coeficiente dependiendo de que propicien el riesgo de incendio o no lo hagan, desde cero en el caso más desfavorable hasta diez en el caso más favorable.

### **3.6.1.2 FACTORES PROPIOS DE LOS SECTORES, LOCALES O EDIFICIOS ANALIZADOS**

#### *3.6.1.2.1 Construcción*

##### *3.6.1.2.1.1 Altura del edificio*

Se entiende por altura de un edificio la diferencia de cotas entre el piso de planta baja o último sótano y la losa que constituye la cubierta. Entre el coeficiente correspondiente al número de pisos y el de la altura del edificio, se tomará el menor.

Tabla 3.113 Altura del edificio

Nº de pisos	Altura	Coefficiente
1 ó 2	menor de 6 m	3
3, 4 ó 5	entre 6 y 12 m	2
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 20 m	1
10 ó más	más de 30 m	0

#### 3.6.1.2.1.2 Mayor sector de incendio

Se entiende por sector de incendio a los efectos del presente método, la zona del edificio limitada por elementos resistentes al fuego 120 minutos. En el caso que sea un edificio aislado se tomará su superficie total, aunque los cerramientos tengan resistencia inferior.

Tabla 3.114 Mayor sector de incendio

Mayor sector de incendio	Coefficiente
Menor de 500 m <sup>2</sup>	5
De 501 a 1.500 m <sup>2</sup>	4
De 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup>	3
De 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup>	2
De 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup>	1
Mayor de 4.500 m <sup>2</sup>	0

#### 3.6.1.2.1.3 Resistencia al fuego

Se refiere a la estructura del edificio. Se entiende como resistente al fuego, una estructura de hormigón. Una estructura metálica será considerada como no combustible y, finalmente, combustible si es distinta de las dos anteriores. Si la estructura es mixta, se tomará un coeficiente intermedio entre los dos dados.

Tabla 3.115 Resistencia al fuego

Resistencia al fuego	Coefficiente
Resistente al fuego	10
No combustible	5
Combustible	0

#### 3.6.1.2.1.4 Falsos techos

Se entiende como tal a los recubrimientos de la parte superior de la estructura, especialmente en naves industriales, colocados como aislantes térmicos, acústicos o decoración.

Tabla 3.116 Falsos techos

Falsos techos	Coefficiente
Sin falsos techos	5
Falsos techos incombustibles.	3
Falsos techos combustibles	0

### 3.6.1.2.2 Situación

Son los que dependen de la ubicación del edificio. Se consideran dos:

#### 3.6.1.2.2.1 Distancia de los bomberos

Se tomará, preferentemente, el coeficiente correspondiente al tiempo de respuesta de los bomberos, utilizándose la distancia al cuartel únicamente a título orientativo.

Tabla 3.117 Distancia de los bomberos

Distancia	Tiempo	Coefficiente
Menor de 5 km	5 minutos	10
Entre 5 y 10 km	de 5 a 10 minutos	8
Entre 10 y 15 km	de 10 a 15 minutos	6
Entre 15 y 25 km	de 15 a 25 minutos	2
Más de 25 km	más de 25 minutos	0

#### 3.6.1.2.2.2 Accesibilidad del edificio

Se clasificarán de acuerdo con la anchura de la vía de acceso, siempre que cumpla una de las otras dos condiciones de la misma fila o superior. Si no, se rebajará al coeficiente inmediato inferior.

Tabla 3.118 Accesibilidad del edificio

Ancho vía de acceso	Fachadas accesibles	Distancia entre puertas	Calificación	Coefficiente
Mayor de 4 m	3	Menor de 25 m	BUENA	5
Entre 4 y 2 m	2	Menor de 25 m	MEDIA	3
Menor de 2 m	1	Mayor de 25 m	MALA	1
No existe	0	Mayor de 25 m	MUY MALA	0

### 3.6.1.2.3 Procesos y/o destinos

Deben recogerse las características propias de los procesos de fabricación que se realizan, los productos utilizados y el destino del edificio.

### 3.6.1.2.3.1 Peligro de activación

Intenta recoger la posibilidad de inicio de un incendio. Hay que considerar fundamentalmente el factor humano que, por imprudencia puede activar la combustión de algunos productos. Otros factores se relacionan con las fuentes de energía presentes en el riesgo analizado.

- Instalación eléctrica: centros de transformación, redes de distribución de energía, mantenimiento de las instalaciones, protecciones y diseño correctos.
- Calderas de vapor y de agua caliente: distribución de combustible y estado de mantenimiento de los quemadores.
- Puntos específicos peligrosos: operaciones a llama abierta, como soldaduras, y secciones con presencia de inflamables pulverizados.

Tabla 3.119 Peligro de activación

Peligro de activación	Coficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

### 3.6.1.2.3.2 Carga de fuego

Se entenderá como el peso en madera por unidad de superficie ( $Kg/m^2$ ) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.

Tabla 3.120 Coeficientes por carga de fuego

Carga de fuego	Coficiente
Baja Q < 100	10
Media 100 < Q < 200	5
Alta Q > 200	0

### 3.6.1.2.3.3 Combustibilidad

Se entenderá como combustibilidad la facilidad con que los materiales reaccionan en un fuego. Si se cuenta con una calificación mediante ensayo se utilizará esta como guía, en caso contrario, deberá aplicarse el criterio del técnico evaluador.

Tabla 3.121 Coeficientes por combustibilidad

Combustibilidad	Coeficiente
Bajo	5
Medio	3
Alto	0

### 3.6.1.2.3.4 Orden y limpieza

El criterio para la aplicación de este coeficiente es netamente subjetivo. Se entenderá **alto** cuando existan y se respeten zonas delimitadas para almacenamiento, los productos estén apilados correctamente en lugar adecuado, no exista suciedad ni desperdicios o recortes repartidos por la nave indiscriminadamente.

Tabla 3.122 Coeficientes por orden y limpieza

Orden y limpieza	Coeficiente
Bajo	0
Medio	5
Alto	10

### 3.6.1.2.3.5 Almacenamiento en altura

Se ha hecho una simplificación en el factor de almacenamiento, considerándose únicamente la altura, por entenderse que una mala distribución en superficie puede asumirse como falta de orden en el apartado anterior.

Tabla 3.123 Alturas de almacenamiento

Altura de almacenamiento	Coeficiente
$h < 2\text{m}$	3
$2 < h < 4\text{m}$	2
$h > 6\text{ m}$	0

### 3.6.1.2.4 Factor de concentración

Representa el valor en  $\text{USD}/\text{m}^2$  del contenido de las instalaciones o sectores a evaluar. Es necesario tenerlo en cuenta ya que las protecciones deben ser superiores en caso de concentraciones de capital importantes.

Tabla 3.124 Factores de concentración

<b>Factor de concentración</b>	<b>Coefficiente</b>
Menor de 1000 $USD/m^2$	3
Entre 1000 y 2500 $USD/m^2$	2
Mayor de 2500 $USD/m^2$	0

#### 3.6.1.2.5 Propagabilidad

Se entenderá como tal la facilidad para propagarse el fuego, dentro del sector de incendio. Es necesario tener en cuenta la disposición de los productos y existencias, la forma de almacenamiento y los espacios libres de productos combustibles.

##### 3.6.1.2.5.1 Vertical

Reflejará la posible transmisión del fuego entre pisos, atendiendo a una adecuada separación y distribución.

Tabla 3.125 Propagación vertical

<b>Propagación vertical</b>	<b>Coefficiente</b>
Baja	5
Media	3
Alta	0

##### 3.6.1.2.5.2 Horizontal

Se evaluará la propagación horizontal del fuego, atendiendo también a la calidad y distribución de los materiales

Tabla 3.126 Propagación horizontal

<b>Propagación horizontal</b>	<b>Coefficiente</b>
Baja	5
Media	3
Alta	0

#### 3.6.1.2.6 Destructibilidad

Se estudiará la influencia de los efectos producidos en un incendio, sobre los materiales, elementos y máquinas existentes. Si el efecto es francamente

negativo se aplica el coeficiente mínimo. Si no afecta el contenido se aplicará el máximo.

#### 3.6.1.2.6.1 *Calor*

Reflejará la influencia del aumento de temperatura en la maquinaria y elementos existentes. Este coeficiente difícilmente será 10, ya que el calor afecta generalmente al contenido de los sectores analizados.

- Baja: cuando las existencias no se destruyan por el calor y no exista maquinaria de precisión u otros elementos que puedan deteriorarse por acción del calor.
- Media: cuando las existencias se degraden por el calor sin destruirse y la maquinaria es escasa
- Alta: cuando los productos se destruyan por el calor.

Tabla 3.127 Destructibilidad por calor

Destructibilidad por calor	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

#### 3.6.1.2.6.2 *Humo*

Se estudiarán los daños por humo a la maquinaria y materiales o elementos existentes.

- Baja: cuando el humo afecta poco a los productos, bien porque no se prevé su producción, bien porque la recuperación posterior será fácil.
- Media: cuando el humo afecta parcialmente a los productos o se prevé escasa formación de humo
- Alta: cuando el humo destruye totalmente los productos.

Tabla 3.128 Destructibilidad por humo

Destructibilidad por humo	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

### 3.6.1.2.6.3 Corrosión

Se tiene en cuenta la destrucción del edificio, maquinaria y existencias a consecuencia de gases oxidantes desprendidos en la combustión. Un producto que debe tenerse especialmente en cuenta es el ácido clorhídrico producido en la descomposición del cloruro de polivinilo (PVC).

- Baja: cuando no se prevé la formación de gases corrosivos o los productos no se destruyen por corrosión.
- Media: cuando se prevé la formación de gases de combustión oxidantes que no afectarán a las existencias ni en forma importante al edificio.
- Alta: cuando se prevé la formación de gases oxidantes que afectarán al edificio y la maquinaria de forma importante.

Tabla 3.129 Destructibilidad por corrosión

Destructibilidad por corrosión	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

### 3.6.1.2.6.4 Agua

Es importante considerar la destructibilidad por agua ya que será el elemento fundamental para conseguir la extinción del incendio.

- Alta: cuando los productos y maquinarias se destruyan totalmente por efecto del agua.
- Media: cuando algunos productos o existencias sufran daños irreparables y otros no.
- Baja: cuando el agua no afecte a los productos.

Tabla 3.130 Destructibilidad por agua

Destructibilidad por Agua	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

### 3.6.1.3 FACTORES DE PROTECCIÓN

#### 3.6.1.3.1 Instalaciones

La existencia de medios de protección adecuados se considera fundamental en este método de evaluación para la clasificación del riesgo. Tanto es así que, con una protección total, la calificación nunca será inferior a 5.

Naturalmente, un método simplificado en el que se pretende gran agilidad, debe reducir la amplia gama de medidas de protección de incendios al mínimo imprescindible, por lo que únicamente se consideran las más usuales.

Los coeficientes a aplicar se han calculado de acuerdo con las medidas de protección existentes en los locales y sectores analizados y atendiendo a la existencia de vigilancia permanente o la ausencia de ella. Se entiende como vigilancia permanente, a aquella operativa durante los siete días de la semana a lo largo de todo el año.

Este vigilante debe estar convenientemente adiestrado en el manejo del material de extinción y disponer de un plan de alarma.

Se ha considerado también la existencia de medios como la protección de puntos peligrosos con instalaciones fijas especiales, con sistemas fijos de agentes gaseosos y la disponibilidad de brigadas contra incendios.

Tabla 3.131 Factores de protección por instalaciones

<b>Factores de protección por instalaciones</b>	<b>Sin vigilancia</b>	<b>Con vigilancia</b>
Extintores manuales	1	2
Bocas de incendio	2	4
Hidrantes exteriores	2	4
Detectores de incendio	0	4
Rociadores automáticos	5	8
Instalaciones fijas	2	4

Las bocas de incendio para riesgos industriales y edificios de altura deben ser de 45 mm de diámetro interior como mínimo.

Los hidrantes exteriores se refieren a una instalación perimetral al edificio o industria, generalmente correspondiendo con la red pública de agua.

En el caso de los detectores automáticos de incendio, se considerará también como vigilancia a los sistemas de transmisión remota de alarma a lugares donde haya vigilancia permanente (policía, bomberos, guardias permanentes de la empresa, etc.), aunque no exista ningún volante en las instalaciones.

Las instalaciones fijas a considerar como tales, serán aquellas distintas de las anteriores que protejan las partes más peligrosas del proceso de fabricación, depósitos o la totalidad del sector o edificio analizado. Fundamentalmente son sistemas fijos con agentes extintores gaseosos (anhídrido carbónico, mezclas de gases atmosféricos, FM 200, etc.).

#### 3.6.1.3.2 Brigadas internas contra incendios

Cuando el edificio o planta analizados posea personal especialmente entrenado para actuar en el caso de incendios, con el equipamiento necesario para su función y adecuados elementos de protección personal, el coeficiente **B** asociado adoptará los siguientes valores:

Tabla 3.132 Brigadas internas contra incendios

Brigada interna	Coeficiente
Si existe brigada	1
No existe brigada	0

#### 3.6.1.4 MÉTODO DE CÁLCULO

Para facilitar la determinación de los coeficientes y el proceso de evaluación, los datos requeridos se han ordenado en una planilla la que, después de completarse, lleva el siguiente cálculo numérico:

**Subtotal X:** suma de los coeficientes correspondientes a los primeros 18 factores.

**Subtotal Y:** suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

**Coefficiente B:** es el coeficiente hallado en la Tabla 3.132 y que evalúa la existencia de una brigada interna contra incendio.

El coeficiente de protección frente al incendio (**P**), se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{5}{129}X + \frac{5}{26}Y + B \quad \text{Ec. (3.22)}$$

El valor de **P** ofrece la evaluación numérica objeto del método, de tal forma que:

Para una **evaluación cualitativa:**

Tabla 3.133 Valores de aceptación de P

Aceptabilidad	Valor de P
Riesgo aceptable	$P > 5$
Riesgo no aceptable	$P \leq 5$

- **Laboratorio de Soldadura**

A continuación se va a realizar la evaluación de los riesgos de incendio en el laboratorio.

Tabla 3.134 Aplicación del método Meseri para la evaluación de los riesgos de incendios, laboratorio soldadura.

EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIOS					
LABORATORIO DE SOLDADURA					
Concepto		Coeficientes	Puntos		
<b>CONSTRUCCION</b>				<b>PROPAGABILIDAD</b>	
N° de pisos	altura h [m]			Vertical:	
1 o 2	h<6	3	2	baja	0
3,4 o 5	6<h<12	2		media	
6,7,8 o 9	15<h<20	1		alta	
10 o mas	h>30	0		Horizontal:	0
Superficies mayor sector de incendios			baja	5	
			media		
			alta		0
			<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>		
				Por calor	5
				baja	
					10

de 3501 a 4500 m2	1			
más de 4500 m2	0			
Resistencia al fuego:				
Resistente al fuego (hormigón)	10	5		
No combustible	5			
Combustible	0			
Falsos techos:				
sin falsos techos	5	5		
con falsos techos incombustibles	3			
con falsos techos combustibles	0			
<b>FACTORES DE SITUACION</b>				
Distancia de los bomberos:				
menor de 5 Km	5 min.	10		
entre 5 y 10 Km	5 y 10 min.	8	8	
entre 10 y 15 Km	10 y 15 min.	6		
entre 15 y 25 Km	15 y 25 min.	2		
más de 25 Km	25 min.	0		
Accesibilidad de edificios:				
buena	5	5		
media	3			
mala	1			
muy mala	0			
<b>PROCESOS</b>				
Peligro de activación				
bajo	10	5		
medio	5			
alto	0			
Carga térmica				
baja (Q < 100 Mcal/m2 )	10	10		
media (100 < Q < 200 Mcal/m2 )	5			
alta (Q > 200 Mcal/m2 )	0			
Combustibilidad				
baja	5	5		
media	3			
alta	0			
Orden y limpieza				
bajo	0	5		
medio	5			
media				
alta				
Por humo				
baja	10	5		
media	5			
alta	0			
Por corrosión				
baja	10	10		
media	5			
alta	0			
Por agua				
baja	10	0		
media	5			
alta	0			
<b>SUBTOTAL (X)=</b>			80	
<b>Concepto</b>	<b>Sin Vigilancia</b>	<b>Con Vigilancia</b>	<b>Puntos</b>	
Extintores portátiles	1	2	1	
Bocas de incendios equipadas	2	4	0	
Columnas hidrantes extintores	2	4	0	
Detección automática	0	4	0	
Rociadores automáticos	5	8	0	
Extinción por agentes gaseosos	2	4	0	
<b>SUBTOTAL (Y) =</b>			1	
		<b>Coeficiente</b>	<b>Puntos</b>	
Brigada Interna				
Si existe brigada		1		
Si no existe brigada		0	0	
<b>COEFICIENTE B =</b>			0	
<p>calculo del coeficiente de protección frente al incendio P</p> $P = \frac{5}{129} X + \frac{5}{26} Y + B$ $P = \frac{5}{129} 80 + \frac{5}{26} 1 + 0$				

alto	10		$P = 3.29 < 5$  RIESGO NO ACEPTABLE
Almacenamiento en altura:			
menor de 2m	3	3	
entre 2 y 4m	2		
más de 6m	0		
<b>FACTOR DE CONCENTRACION</b>			
Factor de concentración			
menor de 50000 USD/m <sup>2</sup>	3	2	
entre 50000 y 200000 USD/m <sup>2</sup>	2		
más de 200000 USD/m <sup>2</sup>	0		

Como se observa en la Tabla 3.134, el riesgo de incendio no es aceptable por lo que se necesita que se tomen una medida correctora de forma prioritaria, para así poder disminuir este riesgo.

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

A continuación se va a realizar la evaluación de los riesgos de incendio en el laboratorio.

**Tabla 3.135 Aplicación del método Meseri para la evaluación de los riesgos de incendios, laboratorio tratamientos térmicos.**

EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIOS							
LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS							
Factor		Coefficientes	Puntos	Factor		Coefficientes	Puntos
<b>CONSTRUCCION</b>				<b>PROPAGABILIDAD</b>			
N° de pisos	altura h [m]			Vertical:			
1 o 2	h<6	3	3	baja	5	5	
3,4 o 5	6<h<12	2		media	3		
6,7,8 o 9	15<h<20	1		alta	0		
10 o mas	h>30	0		Horizontal:			
Superficies mayor sector de incendios				baja	5	5	
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	5	media	3		
de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4		alta	0		
de 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3		<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>			
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2		Por calor			
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1		baja	10	5	
más de 4500 m <sup>2</sup>		0		media	5		
Resistencia al fuego:			5	alta	0		
				Por humo			10

Resistente al fuego	10		
No combustible	5		
Combustible	0		
Falsos techos:			
sin falsos techos	5	5	
con falsos techos incombustibles	3		
con falsos techos combustibles	0		
<b>FACTORES DE SITUACION</b>			
Distancia de los bomberos:			
menor de 5 Km 5 min.	10		
entre 5 y 10Km 5 y 10 min.	8	8	
entre 10 y 15Km 10 y 15 min.	6		
entre 15 y 25 Km 15 y 25 min.	2		
más de 25 Km 25 min.	0		
Accesibilidad de edificios:			
buena	5		
media	3	3	
mala	1		
muy mala	0		
<b>PROCESOS</b>			
Peligro de activación			
bajo	10	5	
medio	5		
alto	0		
Carga térmica			
baja (Q < 100 Mcal/m <sup>2</sup> )	10	10	
media (100 < Q < 200 Mcal/m <sup>2</sup> )	5		
alta (Q > 200 Mcal/m <sup>2</sup> )	0		
Combustibilidad			
bajo	5	5	
medio	3		
alto	0		
Orden y limpieza			
bajo	0	10	
medio	5		
alto	10		
Almacenamiento en altura:			
menor de 2m	3	3	
baja	10		
media	5		
alta	0		
Por corrosión			
baja	10	10	
media	5		
alta	0		
Por agua			
baja	10	0	
media	5		
alta	0		
<b>SUBTOTAL (X) =</b>		99	
Concepto	Sin Vigilancia	Con Vigilancia	Puntos
Extintores portátiles	1	2	1
Bocas de incendios equipadas	2	4	0
Columnas hidrantes extintores	2	4	0
Detección automática	0	4	0
Rociadores automáticos	5	8	0
Extinción por agentes gaseosos	2	4	0
<b>SUBTOTAL (Y) =</b>		1	
Brigada Interna		Coficiente	Puntos
Si existe brigada		1	
Si no existe brigada		0	0
<b>COEFICIENTE B =</b>		0	
<p>calculo del coeficiente de protección frente al incendio</p> <p style="text-align: center;">P</p> $P = \frac{5}{129}X + \frac{5}{26}Y + B$ $P = \frac{5}{129}99 + \frac{5}{26}1 + 0$ $P = 4.03 < 5$			

entre 2 y 4m	2		RIESGO NO ACEPTABLE
más de 6m	0		
<b>FACTOR DE CONCENTRACION</b>			
Factor de concentración			
menor de 50000 USD/m2	3	2	
entre 50 y 200000 USD/m2	2		
más de 200000 USD/m2	0		

Como se observa en la Tabla, el riesgo de incendio no es aceptable por lo que se necesita que se tomen una medida correctora de forma prioritaria, para así poder disminuir este riesgo.

### **3.7 MAPA DE RIESGOS EN EL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

#### **3.7.1 CONCEPTO DE MAPA DE RIESGOS**

Mapa de Riesgos es un instrumento que mediante informaciones descriptivas e indicadores adecuados permite el análisis periódico de los riesgos de origen laboral de una determinada zona. La lectura crítica de las informaciones sintéticas que se originan, debe permitir la programación de planes de intervención preventiva y la verificación de su eficacia una vez realizados.

La definición más simple de mapa de riesgo es todo instrumento informativo dinámico que permita conocer los factores de riesgo y los probables o comprobados daños en un ambiente de trabajo.

Los mapas de riesgos se convirtieron en instrumento, dado que al permitir el conocimiento sistemático y actualizable sobre los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, son eficaces para:

- La programación de las actividades de prevención posibilitando definir prioridades de intervención en las áreas a mayor riesgo, según los siguientes criterios.
  - Extensión de los factores de riesgo
  - Gravedad del riesgo

- Eliminabilidad del riesgo
  - Costo social de los daños
  - Costo y tiempos de realización de la intervención sobre las condiciones de trabajo.
- El estudio sistemático de los riesgos de los sectores productivos prevalentes en el área a estudio.
  - Programar los recursos necesarios para las actividades de prevención.

### **3.7.2 FASES EN LA REALIZACIÓN DE UN MAPA DE RIESGOS**

Para la realización de un mapa de riesgo se deben seguir diferentes fases las que son:

- Fase cognoscitiva: conocer profundamente los factores de riesgo para programar intervenciones preventivas ajenas a las improvisaciones.
- Fase analítica: análisis de los conocimientos adquiridos en el paso anterior. En base al mismo se fijaran las prioridades de intervención y se programara la misma.
- Fase de intervención: aplicación sobre el terreno práctico de los planes de intervención programados.
- Fase de evaluación: verificación de los resultados de la intervención respecto a los objetivos programados.<sup>53</sup>

### **3.7.3 DESARROLLO DEL MAPA DE RIESGOS PARA LOS LABORATORIOS DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

Después de haber realizado la identificación y valoración de riesgos, se sabe qué riesgo debe ser atacado con mayor prioridad que otros para así poder encontrar las mejoras tanto en la parte de seguridad como en la de higiene. En los anexos, se presenta el mapa de riesgos a aplicarse en las instalaciones.

---

<sup>53</sup>[http://www.msc.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL68/68\\_4\\_443.pdf](http://www.msc.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL68/68_4_443.pdf)

## **CAPÍTULO 4**

### **CONTROLES DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se enfatizará en las medidas de control en los laboratorios que conforman el taller de Procesos de Producción Mecánica, detallando el conjunto de actividades o controles a adoptar en todas las actividades de los laboratorios, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo; resguardando la salud de los trabajadores, ayudantes, estudiantes y visitantes que están expuestos o que potencialmente pudieran estarlo. El objetivo de esto es alcanzar mejoras optimas en la Seguridad e Higiene Industrial en los laboratorios que conforman el taller.

#### **4.2 MEDIDAS DE CONTROL APLICABLES EN EL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

Para el control de los riesgos se a tomar las condiciones actuales del entorno las que se describieron anteriormente, y los riesgos que en la evaluación resultaron ser prioritarios de tratar.

Para ello se va a empezar con:

##### **4.2.1 RIESGOS FÍSICOS, MEDIDAS DE CONTROL**

###### **4.2.1.1 RUIDO**

- **Laboratorio de Soldadura**

Con respecto a este tipo de riesgo resultaron que las zonas más críticas dentro del laboratorio son las de máquinas herramientas y mesas de trabajo en donde se encuentran las entenallas, ya que aquí los valores medidos fueron de 105 dB (A) (cuya dosis es de 10 y 4 para los trabajadores y estudiantes respectivamente), y este valor sobre pasa la dosis permitida que son 85 dB por 8 horas de jornada laboral.

Por lo que las recomendaciones serían las siguientes:

- Reducir el tiempo de exposición, ya que los niveles de ruido que se dieron en el laboratorio correspondiente al área de las mesas de trabajo son de 105 dB (A), tomando en cuenta una situación extrema, que es la utilización de cuatro amoladoras, un esmeril al mismo tiempo (se recomienda que el tiempo de exposición sea de media hora por jornada), se recomienda la utilización de equipos de protección como se recomienda a continuación.
  - a. Protección personal como el uso permanente orejeras de baja atenuación los que presentan un NRR( Nivel de Reducción de Ruido) de 22 dB para los trabajadores ya que estos son los que están expuestos al ruido directamente y por mayor tiempo. Con este tipo de protección baja el ruido a los 85 dB recomendados.<sup>54</sup>
  - b. Protección personal como el uso permanente de tapones de baja atenuación los que presentan un NRR( Nivel de Reducción de Ruido) de 21 dB para los estudiantes y personas que visiten el laboratorio, ya que estos están expuestos por poco tiempo al ruido. Con este tipo de protección baja el ruido a los 85 dB recomendados.<sup>53</sup>
- Proporcionar el mantenimiento correcto a las diferentes maquinas herramientas, como son las amoladoras, los esmeriles, ya que son los que más se utilizan en el laboratorio; para que así estas no produzcan ruidos ajenos a los propios del trabajo. El plan de mantenimiento debería incluir revisar mecanismos internos, las conexiones eléctricas, piezas móviles.
- Reducción de la carga de trabajo en las máquinas simultáneamente, es decir si se están realizando trabajos simultáneos, hacerlos utilizando la mayor parte de las áreas disponibles no solo en un punto específico.

---

<sup>54</sup>[http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/\\_ORP2009/1256.pdf](http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/_ORP2009/1256.pdf)

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos**

Ya que en este laboratorio el ruido medido fue de 82,3 dB(A) y este valor no sobrepasa la dosis de decibeles permisibles, las recomendaciones serian un poco generales para que a largo plazo los ayudantes no tengan problemas auditivos.

- Utilizar protección personal como tapones de baja atenuación con un NRR de 21 dB, al momento de salir para que no tenga repercusiones con el ruido del laboratorio de soldadura.

#### 4.2.1.2 ILUMINACIÓN.

- **Laboratorio de Soldadura**

Con respecto a este tipo de riesgo resultaron que varias zonas son las que tienen problema dentro del laboratorio, por falta de iluminación; tales como: oficinas, toda la parte media del taller en donde se encuentran las mesas de trabajo, máquinas de corte y soldadura. Pero en general se tiene una iluminación apropiada, ya que no afecta en el trabajo diario.

Los casos en los que iluminación es alta con relación a los valores óptimos están situados en lugares muy específicos y estos son los que están cerca de ventanas y debajo de luminarias, pero no afecta al trabajo que se realiza en esa área, que es soldadura.

Las recomendaciones que se pueden realizar en relación a iluminación son las siguientes:

- Tener un cronograma de limpieza para ventanales, ya que estos son los que proveen la mayor cantidad de luz al laboratorio.
- Realizar un mantenimiento a las luminarias del laboratorio.
- Se recomienda colocar planchas de zinc translucidas en el techo sobre las áreas de las mesas de trabajo, y la parte posterior del laboratorio, para así aprovechar la iluminación natural.

- Utilizar luminarias adecuadas para el taller como son lámparas de descarga de alta densidad, de haluro metálico tipo ED28 de 175 W de potencia y de color 4000K las que cumplen con las necesidades del laboratorio.
- Colocación de máquinas respecto a la luz siguiendo las recomendaciones que nos da el decreto ejecutivo 2393<sup>55</sup>

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

La clasificación que se tuvo en la valoración de la iluminación en este laboratorio fue por encima del valor óptimo, pero este no está muy alejado del rango de iluminación óptima, por lo que no se tiene problemas en la realización de los diferentes tipos de trabajos en esta área.

Las recomendaciones que se pueden dar para el laboratorio con respecto a la iluminación son las siguientes:

- Realizar un mantenimiento a las luminarias del laboratorio, para que si se quema una no se tenga problema de baja iluminación.
- Observar detenidamente si la potencias de las luminarias son las adecuadas, como son lámparas fluorescentes de 40 W, las necesarias en el laboratorio.
- Colocación de los hornos respecto a las luz siguiendo las recomendaciones que da el decreto ejecutivo 2393, es decir se evitará que el ángulo formado por el rayo luminoso con la horizontal del ojo de los usuarios sea inferior a 30grados, el valor ideal se fija en 45 grados, para que no se proyecten sombras innecesarias que dificulten las operaciones realizadas en el laboratorio.

---

<sup>55</sup>Decreto Ejecutivo 2393 artículo 57

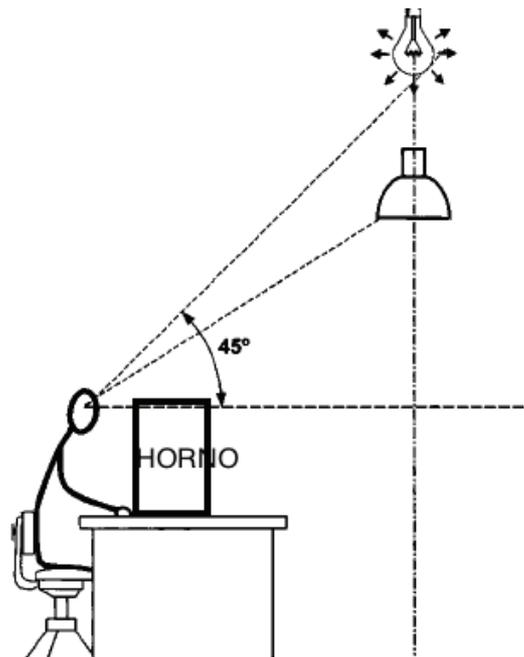


Figura 4.1 Representación gráfica del ángulo de asimetría

#### 4.2.2 RIESGOS QUÍMICOS, MEDIDAS DE CONTROL

- **Laboratorio de Soldadura**

Como la puntuación que se obtuvo en el Capítulo 3 es de 1; se deberá tomar medidas correctoras inmediatas, las recomendaciones son las siguientes:

- Para el caso de exposición a humos y gases se debe instalar sistemas de extracción con captación de humos, cuyo diseño se explica en la sección 4.3 de este capítulo
- Instalar la abertura de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura.

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

Como la valoración que se tuvo en la evaluación y valoración que se hizo anteriormente es de 2; es decir que se debe probablemente tomar medidas correctoras, las recomendaciones son las siguientes:

- Instalar un sistema de extracción que capte los aerosoles que se producen al realizar las diferentes prácticas en el laboratorio, el diseño se explica en la sección 4.4 de este capítulo.

- Utilizar mascarillas al momento de realizar las diferentes actividades en el laboratorio.

### 4.2.3 RIESGOS MECÁNICOS, MEDIDAS DE CONTROL

#### 4.2.3.1 LABORATORIO DE SOLDADURA

Para reducir la frecuencia, exposición y probabilidad para que ocurra un riesgo mecánico se recomiendan las siguientes medidas de control:

- Eliminar las áreas de desperdicios, denominados equipos que no se utilizan 1 y 2, se muestra en el plano **PPM-MR3**
- Distribuir de una mejor manera los equipos y las mesas de trabajo con el fin de eliminar el espacio limitado para desenvolverse. Como se muestra en el plano **PP-MR3**
- Utilizar gafas protectoras, calzado de seguridad, traje de protección, protectores para la piel.
- Mantener las máquinas, equipos o herramientas en condiciones óptimas de trabajo.
- Atención al momento de operar maquinaria, el trabajo debe ser solo realizado por personal calificado, los estudiantes deben trabajar bajo la supervisión de un instructor.
- Los dispositivos de seguridad deben estar correctamente instalados y operativos, distribuir de una mejor manera los avisos y señales de seguridad de tal manera que sean fáciles de observar e identificar. Como se muestran en los planos **PPM-OP2, PPM-MR3, PPM-PE4**
- Mantener limpio y en orden el lugar de trabajo.
- Obligación de señalar inmediatamente, a una persona competente (ayudante del laboratorio o instructor), cualquier anomalía en el estado o en el funcionamiento de la máquina.

- No trabajar con ropa floja, rasgada o deshilachada.
- El mantenimiento de los equipos o herramientas manuales se lo debe realizar trimestralmente por parte de un técnico competente.
- Se debe instalar puesta a tierra las máquinas soldadoras para mantener bajo control el riesgo eléctrico.

#### **4.2.3.2 LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

Los cables de energía de los hornos deben estar en perfecto estado, sin desgaste, aislados, ordenados, de tal manera proteger a los usuarios contra riesgos de contacto térmico y eléctrico.

La estufa y el horno son equipos que deben estar colocados de forma horizontal y sobre una superficie nivelada. No se pueden colocar sobre una base fácilmente inflamable y tampoco dentro de una vitrina de extracción de gases.

Asegurarse que durante el proceso, los diferentes indicadores (temperatura, equipo encendido, etc.) se encuentren funcionando correctamente.

Para extraer muestras que estén calientes, se debe utilizar pinzas donde la punta sea curvada.

La falta de señalización, se necesita colocar de manera urgente los rótulos de advertencia, prohibición, obligatoriedad como se muestra en el los planos adjuntos

Los equipos de protección personal son los mismos que para el área de Máquinas herramientas (Ver punto 4.2.3.4), y el orden y limpieza se deberá realizar de acuerdo al punto 4.2.4.

#### **4.2.3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS CON SOLDADURA**

Siempre utilice todo el equipo de protección necesario para todo tipo de soldadura a realizar.

El equipo consiste en:

Tabla 4.1 Equipos de protección personal para soldar<sup>56</sup>

<p><b>Gorro:</b> protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones</p>	
<p><b>Mascarillas respiratorias para humos metálicos:</b> esta mascarilla debe usarse debajo de la máscara para soldar. Estas deben ser reemplazadas al menos una vez a la semana</p>	
<p><b>Máscara de soldar:</b> protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactivos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas</p>	
<p><b>Guantes de cuero:</b> tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas</p>	
<p><b>Coletó o delantal de cuero:</b> para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco</p>	
<p><b>Polainas y casaca de cuero:</b> cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido</p>	
<p><b>Zapatos de seguridad:</b> que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras</p>	

**IMPORTANTE:** evite tener en los bolsillos todo material inflamable como fósforos, encendedores o papel celofán. No use ropa de material sintético, use ropa de algodón

---

<sup>56</sup>INDURA, Tecnología a su servicio, Protección personal

#### 4.2.3.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN: MÁQUINAS HERRAMIENTAS, MESAS DE TRABAJO Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Tabla 4.2 Equipos de protección personal para trabajos en general<sup>57</sup>

<p><b>Gafas:</b> ofrecen protección contra impactos sobre todo cuando se trabaje materiales duros, quebradizos o frágiles</p>	
<p><b>Overol industrial:</b> ajustado, sin bolsillos en el pecho y sin cinturón. Las mangas deben ceñirse a la muñeca, con elásticos en vez de botones, o llevarse arremangadas hacia adentro</p>	
<p><b>Calzado de seguridad:</b> que proteja contra los cortes y pinchazos por virutas y contra la caída de piezas pasadas</p>	
<p><b>Guantes:</b> para realización de actividades varias</p>	
<p><b>Protector para oídos:</b> para realización de actividades varias</p>	

<sup>57</sup>INDURA, Tecnología a su servicio, Protección personal

<p><b>Mascarilla:</b> para realización de actividades varias</p>	
<p><b>Casco:</b> para realización de actividades varias</p>	

#### 4.2.4 ORDEN Y LIMPIEZA DEFICIENTES<sup>58</sup>

La falta de orden y limpieza es la causante de números accidentes, producen golpes, caídas, además cuando se trata de productos combustibles o inflamables, es un factor importante de riesgo, poniendo en peligro daños materiales, a personas e inclusive la muerte.

En base al decreto ejecutivo 2393:

- La limpieza debe efectuarse permanentemente por medios húmedos.
- Los locales deberán limpiarse fuera de las horas de trabajo, con la antelación precisa, para que puedan ser ventilados.
- Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización presente mayor peligro.
- El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasa y otras materias las cuales hagan que el piso sea resbaladizo.

---

<sup>58</sup>Decreto Ejecutivo 2393 Artículo 34

- Los aparatos, maquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán mantenerse siempre en un buen estado y limpios.
- La limpieza de ventanas y tragaluces se efectuará, con regularidad o cuando ameriten hacerlos.
- Para las operaciones de limpieza se dotará al personal de herramientas y ropa de trabajo adecuadas y, en su caso, equipo de protección personal.

Las tareas de verificación y control deben hacerse con una prioridad establecida, como mínimo semanalmente y hacer uso de cuestionarios de chequeo elaborados para el efecto, como se muestra en el Anexo 4.1

Los procedimientos escritos de trabajo deben incorporar debidamente los aspectos relativos al aseguramiento del entorno ordenado y limpio en su realización y al finalizar el mismo. Tales procedimientos serán útiles para facilitar comportamientos adecuados y reforzar hábitos ordenados y limpios.

#### **4.2.5 PREVENCIÓN DE RIESGO DE INCENDIO**

Para evitar el peligro de incendio según las causas que se evaluaron en el capítulo 3 se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- **Laboratorio de Soldadura**
  - No fumar durante las actividades, ni en la zona de almacenamiento de productos.
  - Señalizar adecuadamente las zonas con el riesgo de incendio.
  - Almacenar residuos en recipiente ignífugos y estancos.
  - Realizar conexiones a tierra las masas metálicas, asociadas a interruptores diferenciales de medida de sensibilidad.
  - Limpiar periódicamente la zona de trabajo.
  - Las operaciones que se realicen en soldadura se deben acompañar de especiales medidas de seguridad, despejándose o cubriéndose

adecuadamente los materiales combustibles próximos a la zona de trabajo.<sup>59</sup>

- El número de extintores que se recomienda en el laboratorio es cuatro de tipo C, ya que según en el decreto ejecutivo 2393<sup>60</sup> se debe colocar un extintor en un área entre 50 a 150m<sup>2</sup>, por lo que se va a realizar cada 100 m<sup>2</sup>, y el laboratorio cuenta con 350 m<sup>2</sup> aproximadamente.
- El área que corresponde a la oficina y la bodega de herramientas del laboratorio de soldadura cuenta con un área aproximada de 22 m<sup>2</sup> y 32 m<sup>2</sup> correspondientemente, por lo que se recomienda un extintor de tipo B para cada uno.<sup>35</sup>
- Se debe pintar con colores de señalización adecuadamente las tuberías para tener conocimiento si por ahí circulan cables con energía eléctrica.
- Se debe suplir en el área del laboratorio con:
  - Una alarma visual-auditiva contra incendios.
  - Detectores de incendios.
  - Lámparas de emergencia.
- Tener bien señaladas las salidas de emergencia.
- Realizar un cronograma para revisar periódicamente la carga de los extintores.
- Construir una salida de emergencia en la parte posterior del laboratorio, en caso de emergencia. Como se muestra en el plano PPM-PE4

---

<sup>59</sup>Decreto Ejecutivo 2393, art 150

<sup>60</sup>Decreto Ejecutivo 2393, art 159

- **Laboratorio de Tratamientos Térmicos.**

- No fumar durante actividades, ni en la zona de almacenamiento de productos.
- Señalizar adecuadamente las zonas con el riesgo de incendio.
- Almacenar residuos en recipientes ignífugos.
- Realizar conexiones a tierra las masas metálicas, asociadas a interruptores diferenciales de medida de sensibilidad.
- Limpiar periódicamente la zona de trabajo.
- El número de extintores que se recomienda en el laboratorio es un de tipo C, ya que en el decreto ejecutivo 2393<sup>61</sup> dice que se debe colocar 1 extintor cada 100 m<sup>2</sup>, y el laboratorio cuenta con 36 m<sup>2</sup> aproximadamente.
- Tener bien señaladas las salidas de emergencia.
- Realizar un cronograma para revisar periódicamente la carga del extintor.
- Se debe suplir con una alarma visual-auditiva contra incendios en el área del laboratorio.

### **4.3 VENTILACIÓN: LABORATORIO DE SOLDADURA**

De acuerdo con las reglamentaciones de la soldadura por arco<sup>61</sup>, para la soldadura y el corte, se considera normalmente suficiente la ventilación natural para cumplir con los requisitos, siempre que:

- La sala o zona de soldadura contenga al menos 283m<sup>3</sup> por máquina soldadora
- La altura del cielorraso sea no menor a 4,9m

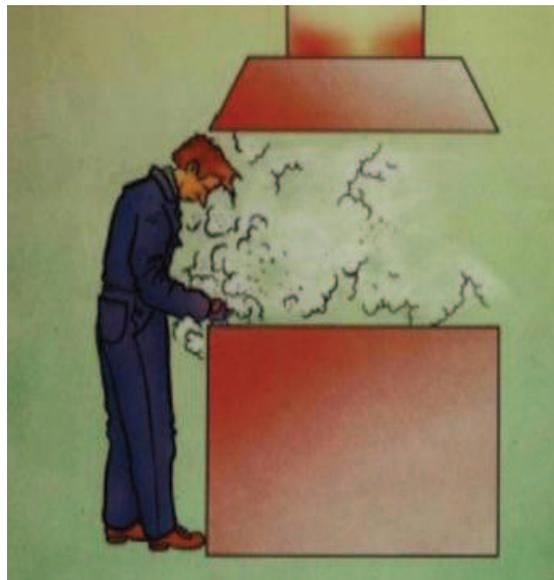
---

<sup>61</sup>Medidas de seguridad para Soldadura de Arco; Guía para Soldar por Proceso de Arco, LINCOLN ELECTRIC

- La ventilación cruzada no esté bloqueada por particiones, equipos u otras barreras estructurales
- La soldadura no se realice en un espacio confinado

De acuerdo a estas consideraciones en el laboratorio de soldadura no existiría ningún problema con la ventilación.

El riesgo se produce en base al mal diseño de las campanas de extracción como se observa en la Figura 4.1



**Figura 4.1 Campanas que no protegen, instaladas en el laboratorio de soldadura**

Con este diseño el humo pasa por la zona de respiración antes de ser evacuado, por lo que en la siguiente sección se propone un nuevo diseño de extracción localizada

#### **4.3.1.1 SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES, SOLDADURA SOBRE BANCO FIJO**

El sistema de extracción de gases, consiste en el cálculo y dimensionamiento de sus elementos.

- Cálculo del caudal de extracción.
- Dimensionamiento de ductos y accesorios de extracción.
- Pérdidas de carga.

- Selección del equipo o dispositivo de extracción.

#### 4.3.1.1.1 Cálculo del caudal de extracción.

El volumen de extracción estará determinada por el área de trabajo y la altura a la que se encuentre la misma; dicha área posee 0,8m de largo por 0,6m de ancho, es decir que se encuentra dentro de los parámetros establecidos, como se observa en la Figura 4.2

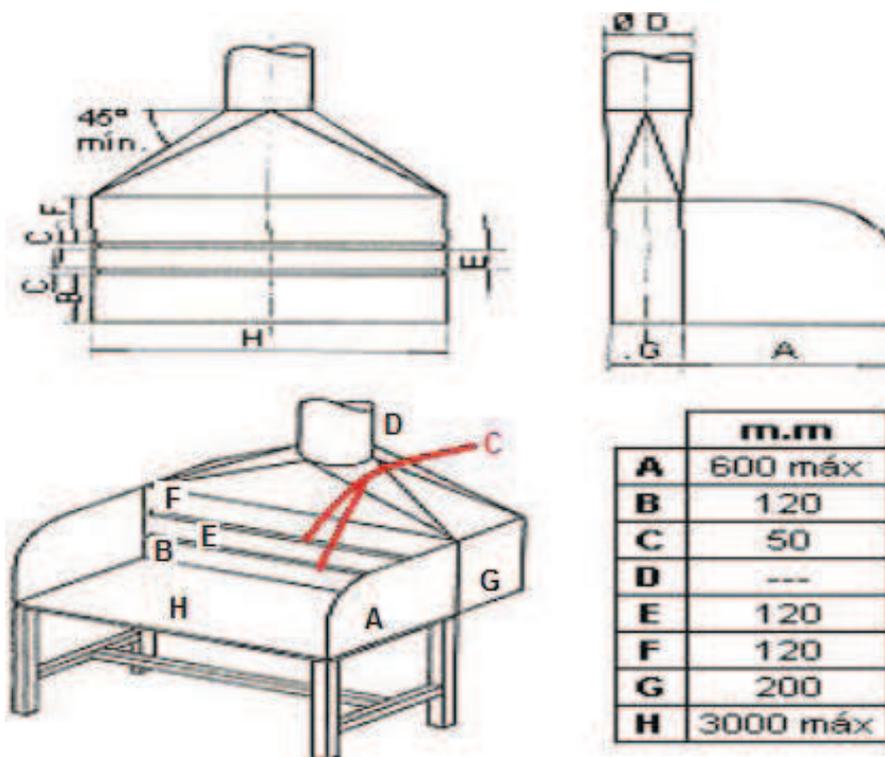


Figura 4.2 Sistemas de extracción fijos, captación eficaz de humos y gases de soldadura<sup>62</sup>

Dónde:

- A= ancho de la mesa
- H= largo de la mesa
- B, E, F= espacio entre ranuras
- C= ancho de las ranuras

<sup>62</sup>NPT 7: Soldadura, Prevención de riesgos Higiénicos, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

D= diámetro del ducto

G= ancho de la campana

La altura de la mesa hacia la campana es de 0,5 m

Por lo tanto, la cantidad de aire contaminado viene dado por:

$$Q = A \times V$$

**Ec. 4.1**

Dónde:

Q= caudal en  $m^3/s$

A= área de influencia en  $m^2$

V= velocidad de captura en m/s

La velocidad de captación para talleres de soldadura es de 0,5m/s a 1m/s<sup>63</sup>; por lo tanto

$$Q = 0,8 \times 0,5 \times 1 = 0,4 \text{ m}^3/s$$

Con una aproximación a:

$$Q = 850 \text{ cfm}$$

#### 4.3.1.1.2 Dimensionamiento de ductos

El caudal que circulara por el conducto viene expresado por la siguiente formula:

$$Q = S \times V$$

**Ec. 4.2**

Dónde:

Q= caudal en  $m^3/s$

S= sección de paso en  $m^2$

V= velocidad de transporte m/s

---

<sup>63</sup>Manual Práctico de Ventilación; Soler & Palau; Pág: 25

La velocidad de transporte para este tipo de aplicación es de 7,5 m/s

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 4.3 Velocidades aproximadas de transporte<sup>64</sup>

Material transportado	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos, polvo muy fino	7,5
Polvo seco fino	15
Promedio de polvo industrial	18
Partículas abrasivas	18-23
Partículas grandes, cargas pesadas, materiales húmedos	Más de 23

$$S = \frac{0,4}{7,5} = 0,053m^2$$

Por lo tanto el diámetro es igual a:

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Ec. 4.3

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,053}{\pi}} = 0,26m$$

Con el diámetro podemos determinar el equivalente a un ducto rectangular<sup>65</sup>; el mismo que es de 22cm x 28cm; o a su vez de 8in x12in (Ver Anexo 4.1)

#### 4.3.1.1.3 Pérdidas de carga

La pérdida de carga o caída de presión dentro de nuestro sistema de extracción son:

<sup>64</sup>Industrial Exhaust System; ASHRAE, Handbook and Product Directory

<sup>65</sup>Manual Práctico de Ventilación; Soler & Palau; Fig. 3.2

- Pérdidas de carga en la campana.

La magnitud de las pérdidas de carga en la campana, es calculada a partir del caudal y la presión estática relacionados con la expresión:

$$Q = 4,04 \times S \times \left[ \frac{0,1021 \times \Delta P}{(1 + Fc)} \right]^{1/2} \quad \text{Ec. 4.4}$$

Dónde:

Q= caudal en m<sup>3</sup>/s

S= sección del ducto unido a la campana m<sup>2</sup>

ΔP= Presión estática en la campana en [Pa]

Fc= factor de pérdidas en la campana

El factor de pérdida en la campana depende de la forma del ducto y del ángulo de la campana, en nuestro caso se trata de un ducto de boca rectangular y un Angulo de 90°; como se muestra en el Anexo 4.2, el factor Fc es de 0,23

Por lo tanto:

$$\Delta P = \frac{\left( \frac{0,4}{4,04 \times 0,0616} \right)^2 \times (1 + 0,23)}{0,1021} = 31,12 \text{ [Pa]}$$

- Pérdidas de carga en el ducto.

El cálculo de dichas pérdidas se las obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \frac{0,4 \times f \times \left( \frac{L}{100 \times d} \right)^{1,22} \times V^{1,82}}{0,1021} \quad \text{Ec. 4.5}$$

Dónde:

ΔP= Perdidas de carga en [Pa]

f= rugosidad de la superficie interior

L= longitud del ducto en metros

d= diámetro del ducto circular en metros

V= velocidad del aire en m/s

El recorrido del ducto es de 2m, considerando el recorrido horizontal y vertical.

Como se trata de un ducto de acero galvanizado la rugosidad del mismo es de 0,9

Por lo tanto:

$$\Delta P = \frac{0,4 \times 0,9 \times \left(\frac{2}{100 \times 0,26}\right)^{1,22} \times 7,5^{1,82}}{0,1021} = 6,0377 [Pa]$$

- Pérdidas de carga en accesorios.

Para el cálculo de dichas pérdidas se analizara únicamente la caída de presión en un codo debido a que el sistema no se encuentra ningún obstáculo o cambio de nivel.

$$\Delta P = n \times Pd$$

Ec. 4.6

Dónde:

$\Delta P$ = Pérdidas de carga

n= Coeficiente de pérdida en base a la forma y dimensión del codo

$Pd$ = Presión dinámica del aire que circula

Codo de 90° rectangular, con relación R/A= 0,5 posee un coeficiente de pérdida de 0,2 (Ver Anexo 4.4) y una caída de presión de 2,5 (Ver Anexo 4.3)

Por lo tanto:

$$\Delta P = 0,2 \times 2,5 = 0,5 \text{ mm c. d. a} = 4,9 [Pa]$$

- Pérdidas totales

Es la sumatoria de todas las caídas de presión calculadas anteriormente; pero se debe considerar que dichas pérdidas fueron determinadas en base a curvas que fueron diseñadas para trabajos a nivel del mar por lo que se necesita un coeficiente de corrección.

Para una altitud de 2800 msnm y 20°C, el factor de corrección es de 0,705<sup>66</sup>; por lo tanto:

$$\text{Pérdidas totales} = [\text{Campana de extracción} + \text{Ductos} + \text{Accesorios}] \div 0,705$$

$$\text{Perdidas totales} = \frac{[31,12 + 6,0377 + 4,9]}{0,705} = 59,65[\text{Pa}]$$

#### 4.3.1.1.4 Selección del dispositivo de extracción

En base a lo anterior; se debe utilizar un equipo que presente las siguientes características:

Tabla 4.4 Características del equipo de extracción de aire a seleccionar

Equipo de extracción de aire	Caudal de extracción [CFM]	Caída de presión
Ventilador centrífugo de extracción	850	59,65 [Pa]
		6,082 [mmH2O]

**El equipo seleccionado es** un extractor de Soler y Palau con las siguientes características (Ver Anexo 4.5):

Tabla 4.5 Características del equipo de extracción de aire seleccionado

Equipo de extracción de aire	RPM	Caudal de extracción [CFM]	Ruido [dB]	Motor [HP]	Caída de presión
Ventilador centrífugo de doble oído DA 7/7	1100	901	77	0,2	6,35 [mmH2O]

Las dimensiones de este equipo se presentan en el Anexo 4.6

<sup>66</sup>CARNICER, Enrique; Ventilación Industrial. Cálculo y Aplicaciones Pág119

A continuación se realizará un cuadro comparativo entre el sistema instalado con la propuesta actual, de tal manera determinar los equipos, materiales y accesorios que se puedan reutilizar.

**Tabla 4.6 Comparación entre el sistema actual vs. sistema propuesto**

	Sistema Instalado	Sistema Propuesto	Comparación
Equipo de extracción	Ventilador centrifugo de doble oído DA 7/7	Ventilador centrifugo de doble oído DA 7/7	<b>Válido</b>
Motor	0,5 HP	0,2 HP	<b>Válido</b>
Ductos metálicos	20,32 x 20,32 cm	22 x 22 cm	<b>Puede ser Acoplado</b>
Codo metálicos	R/A= 0,5 L= 20,32cm; 90°	R/A= 0,5 L= 22cm; 90°	<b>Puede ser Acoplado</b>
Campana localizada	Tipo isla con banco móvil	Campana de extracción sobre banco fijo	<b>No valido</b>

### 4.3.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES, SOLDADURA SOBRE BANCO FIJO

#### 4.3.2.1 DUCTOS DE BAJA PRESIÓN

Los ductos de ventilación mecánica no necesitan aislamiento, Para la construcción de los ductos se debe emplear una lámina lisa de acero galvanizado ASTM AS25 de primera calidad, de acuerdo con el calibre que se describe a continuación:

En nuestro diseño se tiene un ducto de 8" X 8" por lo que el calibre de nuestra lámina debe ser de 24 USG (Ultra Sono Grama), como se muestra en la siguiente tabla.

Ducto cuyo lado mayor está comprendido entre:

**Tabla 4.7 Calibre de la lámina para la fabricación de ductos<sup>67</sup>**

0" y 30"	Calibre 24 USG
----------	----------------

<sup>67</sup>SMACNA, Comercial Duct Design; HVAC Duct Construction Standards Metal and Flexible

#### 4.3.2.2 UNIONES LONGITUDINALES

Las uniones longitudinales en las esquinas de todos los ductos, se realizaron mediante uniones tipo "Pittsburgh Lock".

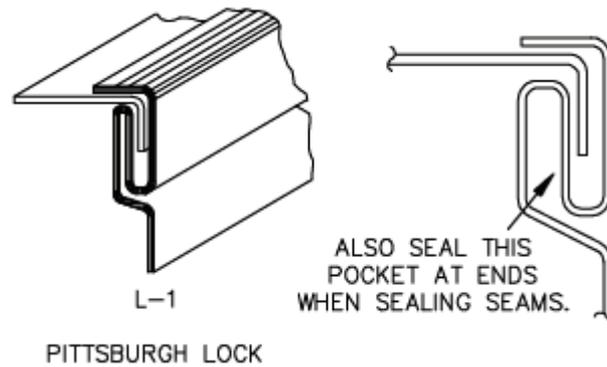


Figura 4.3 Junta longitudinal tipo Pittsburgh Lock, para ductos de extracción de aire <sup>68</sup>

#### 4.3.2.3 UNIONES TRANSVERSALES

Las uniones transversales entre secciones se deben realizar por las juntas tipo "S Slip" como se muestra a continuación:

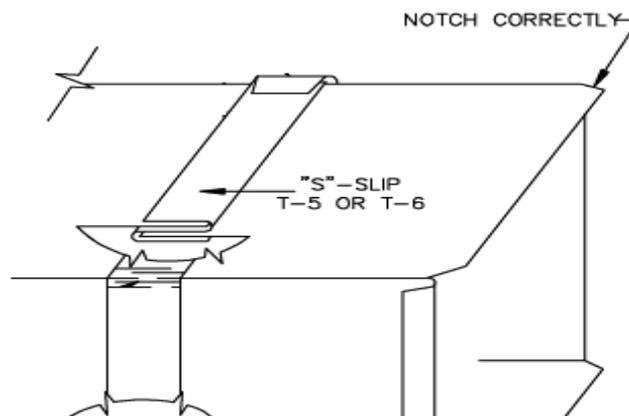


Figura 4.4 Juntas Transversales tipo S-Slip y Drive Slip, para ductos de extracción de aire <sup>69</sup>

<sup>68</sup>SMACNA, Commercial Duct Design; Figure 1-5-longitudinal seams - rect.duct

<sup>69</sup>SMACNA, Commercial Duct Design; Figure 1-13-corner closures – slips and drives

## 4.4 VENTILACIÓN: LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

En este laboratorio se realizará una ventilación general, ya que el riesgo que se presenta en este laboratorio no es por la generación de humos, vapores o gases; si no que no se tiene un medio natural para poder renovar el aire (retirar el aire viciado).

### 4.4.1.1 SISTEMA DE RENOVACIÓN DE AIRE

El diseño del sistema de renovación de aire, consiste en el cálculo de:

- Cálculo del caudal de extracción.
- Cálculo de la caída de presión
- Selección del equipo o dispositivo de extracción.

#### 4.4.1.1.1 Cálculo del caudal de extracción.

$$Q = V \times \text{Cambios/hora}$$

Ec. 4.7

Dónde:

Q= caudal en m<sup>3</sup>/s

V= volumen a ser ventilado

Cambios/hora= renovación del aire viciado

El área del laboratorio es de 36,67m<sup>2</sup> y posee una altura de 2,5m

Por lo tanto:

$$Q = 36,67m^2 \times 2,5m \times 6\text{cambio/hora} = 550,05 m^3/h$$

$$Q = 0,16 m^3/seg = 323,74 CFM$$

#### 4.4.1.1.2 Cálculo de la caída de presión

Para la ventilación del laboratorio de tratamientos térmicos se ha pensado en un ventilador centrífugo que vaya entre el cielo falso y la loza.

El mismo que estará unido a un tubo PVC que desembocará en el exterior del edificio.

Según el catálogo de SOLER & PALAU para poder manejar 325 CFM independientemente de la caída de presión se necesita un diámetro de 150 mm<sup>70</sup>

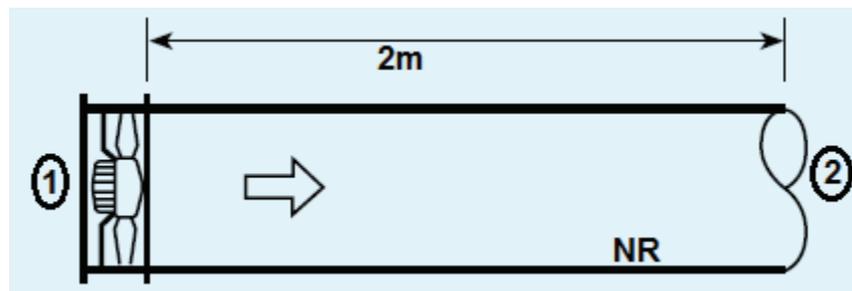


Figura 4.5 Sistemas de extracción fijos, ventilador centrífugo de falso plafón

Utilizando la ecuación de Bernoulli se tiene:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1}{2} + gZ_1 + gH_{vent} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2}{2} + gZ_2 + gH_T$$

Considerando que:

- $P_1$  y  $P_2$ = Presión en los puntos 1 y 2, iguales en ambos puntos (presión atmosférica )
- $v_1$  y  $v_2$ = Velocidad en los puntos 1 y 2, iguales en ambos puntos
- $Z_1$  y  $Z_2$ = Altura en los puntos 1 y 2, ambas son cero por el nivel de referencia
- $H_{vent}$  y  $H_T$ = Pérdidas en ventilador y pérdidas totales respectivamente Bajo las anteriores consideraciones se tiene:

Bajo las anteriores consideraciones se tiene:

$$\cancel{\frac{P_1}{\rho}} + \cancel{\frac{v_1}{2}} + \cancel{gZ_1} + gH_{vent} = \cancel{\frac{P_2}{\rho}} + \cancel{\frac{v_2}{2}} + \cancel{gZ_2} + gH_T$$

<sup>70</sup>Soler & Palau; Ventilation Group; Catálogo S&P 2012; Productos Multicurvas; Pág: 13

$$H_{vent} = H_T$$

Las pérdidas totales, por la ecuación Darcy-Weisbach son:

$$H_T = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

**Ec. 4.8**

Por lo tanto:

$$H_{vent} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2g} \times \frac{Q^2}{A^2}$$

**Ec. 4.9**

Dónde:

- f= factor de fricción
- L= Longitud del tramo
- D= Diámetro de la tubería
- v= velocidad del fluido
- g= gravedad

Para conocer el valor de **f** necesitamos calcular el número de Reynolds:

$$Re = \frac{L \times v \times \rho}{\mu}$$

**Ec. 4.10**

Dónde:

- L= Longitud del tramo
- v= velocidad del fluido
- $\rho$ = densidad del fluido
- $\mu$ = viscosidad dinámica del fluido

Tabla 4.8 Propiedades del aire seco puro a presión atmosférica<sup>71</sup>

$T$ (K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_p$ (kJ/kgK)	$\mu$ (kg/m s)	$\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	$k$ (W/mK)	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)	Pr
250	1.4128	1.0053	1.488x10 <sup>-5</sup>	9.49x10 <sup>-6</sup>	0.02227	0.1315x10 <sup>-4</sup>	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983x10 <sup>-5</sup>	15.68x10 <sup>-6</sup>	0.02624	0.2216x10 <sup>-4</sup>	0.708
350	0.998	1.0090	2.075x10 <sup>-5</sup>	20.76x10 <sup>-6</sup>	0.03003	0.2983x10 <sup>-4</sup>	0.697

Considerando temperatura ambiental constante y presión constante se tiene:

$$Re = \frac{2m \times 9,054m/s \times 1,17Kg/m^3}{1,983 \times 10^{-5} Kg/m/s}$$

$$Re = 1,068 \times 10^6$$

Con este resultado, se concluye que el flujo es turbulento.

Para el cálculo de  $f$  en este tipo de fluidos se tiene:

$$f = F(Re, \varepsilon_r)$$

Ec. 4.11

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D}$$

Ec. 4.12

Dónde:

- $\varepsilon_r$  = rugosidad relativa del material
- $\varepsilon$  =rugosidad absoluta (m)

---

<sup>71</sup>Ventilación natural de edificios; "Fundamentos y Métodos de Cálculo para aplicación de Ingenieros y Arquitectos" Pág: 32

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES				
Material	$\varepsilon$ (mm)		Material	$\varepsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón	0,3-3,0

Figura 4.6 Rugosidades absolutas para distintos materiales<sup>72</sup>

Por lo tanto:

$$\varepsilon_r = 0,01$$

Intersecando estos puntos en el diagrama de Moody (Ver Anexo 4,8), se tiene:

$$f = 0,038$$

Remplazando los datos anteriores en la Ecuación 4,9 se tiene:

$$H_{vent} = 0,038 \times \frac{2m}{0,15m} \times \frac{1}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} \times \frac{Q^2}{(\pi \times 0,075^2)^2}$$

$$H_{vent} = 82,78 Q^2 [m]$$

Sabiendo que:

$$P_e = \rho \times g \times H [Pa]$$

Dónde:

- $P_e$ = Presión estática
- $\rho$ = Densidad del fluido
- $g$ = Gravedad

<sup>72</sup>Soler & Palau; Ventilation Group; Catálogo S&P 2012; Productos Multicurvas; Pág: 12

- $H = \text{Pérdidas}$

Multiplicando  $H$  por la densidad del aire y la gravedad se tiene:

$$P_e = 82,78m \times 1,1774 \frac{Kg}{m^3} \times 9,8 m/s^2 \times Q^2$$

$$P_e = 955.16 Q^2 [Pa]$$

Ec. 4.13

Remplazando el caudal  $Q = 0,16 m^3/seg$  se obtiene:

$$P_e = 955.16 (0,16)^2 [Pa] = 24,45 [Pa]$$

Para una altitud de 2800 msnm y 20°C, el factor de corrección es de 0,705<sup>73</sup>; por lo tanto:

$$P_e = 34,68 [Pa]$$

Para pasar de pascales a columnas de agua se debe multiplicar 0,1019, por lo tanto:

$$P_e = 3,5 [mmH2O]$$

Con este dato podemos encontrar el punto de trabajo de nuestro ventilador, tal como se muestra en el Anexo 4.9

#### 4.4.1.1.3 Selección del equipo o dispositivo de extracción.

Las características que debe cumplir el equipo de extracción para el laboratorio de tratamientos térmicos se muestran a continuación:

Tabla 4.9 Características del equipo de extracción de aire a seleccionar

---

<sup>73</sup>CARNICER, Enrique; Ventilación Industrial. Cálculo y Aplicaciones Pág119

Equipo de extracción de aire	Caudal de extracción [m <sup>3</sup> /h]	Caída de presión
Ventilador centrífugo de extracción	550,05	3,5 [mmH <sub>2</sub> O]

**El equipo seleccionado es** un extractor de Soler y Palau con las siguientes características (Ver Anexo 4.9):

Tabla 4.10 Características del equipo de extracción de aire seleccionado<sup>74</sup>

Equipo de extracción de aire	Material	Potencia [W]	Voltaje [V]	Ruido [dB]	Motor [HP]	Caída de presión
Extractor Centrífugo de Falso Plafón CFP 600	Metal	48	127	42	0,5	3,5 [mmH <sub>2</sub> O]

Las dimensiones de este equipo se presentan en el Anexo 4.9

---

<sup>74</sup>Miliarium.com; Ingeniería Civil y Medio Ambiente; Cálculo de pérdidas de carga en tuberías

## **CAPÍTULO 5**

### **INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL PARA LOS LABORATORIOS.**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN**

El informe que se va a presentar a continuación va a reflejar la situación actual que tienen los laboratorios del taller de Procesos de Producción Mecánica con respecto a seguridad e higiene industrial, en base a la evaluación que se realizó de forma cualitativa y cuantitativa de los riesgos en el capítulo 3.

#### **5.2 INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

##### **5.2.1 OBJETIVO**

Dar a conocer si los laboratorios que conforman el taller de Procesos de Producción Mecánica cumplen con un plan de trabajo en seguridad e higiene Industrial lo que incluye: sensibilización en la prevención de accidentalidad laboral, revisión del plan de evacuación de emergencia, inspección uso de elementos de protección personal, actualización general de riesgos presentes, revisión de sistemas contra incendios.

##### **5.2.2 METODOLOGÍA**

La evaluación para verificar el estado general de riesgos en el taller de Procesos de Producción Mecánica se llevó a cabo durante los meses de Noviembre Diciembre de 2012, por Diego Sebastián Lascano y David Israel Quispe estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional.

La evaluación se realizó en las siguientes dependencias, con la supervisión del director del proyecto previo a la obtención del título de ingenieros de los estudiantes mencionados anteriormente.

- Laboratorio de Soldadura
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos.

El levantamiento de la situación y la priorización de los riesgos se realizaron utilizando diferentes métodos dependiendo el tipo de riesgo que se esté analizando, como se indica detalladamente en el capítulo 3, pero siempre diferenciando en los siguientes aspectos:

- **Personal expuesto:** se valoran de acuerdo al tiempo de exposición y estos pueden ser directo o indirectos.
  - Directos: son aquellas personas que se encuentran en el área de influencia directa al factor de riesgo.
  - Indirectos: son aquellas personas que se encuentran ocasionalmente en el área de influencia del riesgo y son afectados.
- **Horas de exposición al día:** son las horas reales de exposición al factor de riesgo.

### 5.2.3 CONCLUSIÓN

Mediante la evaluación que se realizó se pudo identificar que los laboratorios constan de un deficiente plan de trabajo con lo que respecta a seguridad e higiene industrial.

### 5.2.4 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones y las acciones a tomar se detallan en la siguiente tabla

Tabla 5.1 Falencias y acciones a tomar

PROBLEMA	MEDIDAS A TOMAR	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. (USD)	COSTO T. (USD)
Falta de iluminación	Colocación de planchas translucido	Plancha policarbonato P3 (2,40 x 0,83m)cristal	2	U	19,03	38,06
Falta de Ventilación	Ventilación Mecánica	Sistema de extracción de gases sobre banco fijo	1	U	440,16	440,16
		Sistema de extracción de falso plafón	1	U	370,72	370,72
Caídas al mismo nivel	Recubrimiento de pisos	Pintura epóxica tipo Montoepox para suelos				
		Color gris mas catalizador (20 lt)	2	Lt	372,7	745,4
		<b>Señales de Advertencia</b>				
		Peligro de ruido	6	U	6	36
		Riesgo de atmosferas explosivas	7	U	6	42
		Materias nocivas o irritantes	13	U	6	78
		Riesgo de tropezar	17	U	6	102
		Riesgo eléctrico	5	U	6	30
		Peligro de atrapamiento maquinas	5	U	6	30
		Riesgo de explosión	1	U	6	6
		Peligro de atrapamientos cizallas	6	U	6	36
		<b>Señales Obligatoriedad</b>				
		Obligación de usar protectores auditivos tapones	13	U	6	78
		Obligación de usar mascarilla	17	U	6	102

Obligación de usar calzado de seguridad	6	U	6	36
Obligación de usar protectores auditivos orejeras	7	U	6	42
Obligación mantener orden y limpieza	7	U	6	42
Obligación de usar guantes	12	U	6	72
Obligación de usar protección facial	5	U	6	30
Obligación de usar mascarara de soldar	9	U	6	54
Obligación de usar ropa de trabajo	20	U	6	120
Levantamiento y baje peso con las piernas no con la cintura	3	U	6	18
Obligación usar protección ocular	2	U	6	12
<b>Señales de Prohibición</b>				
Solo personal autorizado	2	U	6	12
No tirar del cable	12	U	6	72
Prohibido fumar	7	U	6	42
Alta tensión prohibido tocar	2	U	6	12
Una persona por maquina	6	U	6	36
Prohibido comer y beber	6	U	6	36
No utilizar teléfonos móviles	4	U	6	24
<b>Señales de incendios</b>				
Extintor	7	U	6	42
<b>Señales de evacuación</b>				
Salida de emergencia	2	U	6	12
Flechas de salida	2	U	6	12
Pintura de señalización blanca	0,5	U	11,35	5,7
Pintura de señalización negra	0,5	U	11,35	5,7
Pintar señal complementaria				

Incendios	Adquirir extintores	Extintor Tipo B-C 4,5 kg	5	U	71,19	356,0
	Recarga extintores	Extintor Tipo A-B-C	2	U	32	64,0
Falta de ruta de Evacuación	Salida de emergencia	Puerta salida de emergencia	1	U	850	850,0
		Cerradura antipánico café	1	U	134,21	134,21
<b>TOTAL</b>						<b>4275,85</b>
<b>OBSERVACIONES</b>	<input type="radio"/> Incluyen IVA <input type="radio"/> No incluye instalación.					

Se recomienda realizar un manual de seguridad e higiene industrial para el taller de Procesos de Producción Mecánica, para así tener un documento en el cual se pueden guiar no solo los jefes de los diferentes laboratorios, sino también los ayudantes y estudiantes que realizan sus prácticas ahí, el que se propone en la sección 5.3 de este capítulo.

### **5.3 MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

#### **5.3.1 OBJETIVOS**

Establecer los principios generales del Manual de Seguridad del taller de Procesos de Producción Mecánica; describir como está estructurado y proporcionar un servicio de consulta permanente a todo el personal del taller.

Promover una cultura de seguridad e higiene en todos los usuarios del Taller de Procesos de Producción Mecánica, que contribuya a preservar la integridad de los instructores, estudiantes y visitantes que desempeñan actividades en esta área.

Establecer las responsabilidades de seguridad e higiene tanto para los instructores como a los estudiantes.

#### **TÍTULO I**

#### **RIESGOS**

#### **RIESGOS FÍSICOS.**

**Art. 1.-** Todos los lugares de trabajo y de tránsito deben estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, en especial los que presentan mayor problema como son el área de las mesas de trabajo y el área central donde se encuentra parte las máquinas de soldadura; para que los usuarios puedan efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

**Art. 2.-** Se debe evitar deslumbramientos, para lo cual no se utilizaran lámparas desnudas a menos de 5 metros del suelo.

**Art. 3.-** Utilizar equipo de protección personal para disminuir los niveles de ruidos hasta los permitidos, para lo cual se fija como límite máximo la presión sonora de 85 dB escala A del sonómetro, en posición lenta, para el caso de ruido continuo de 8 horas de trabajo, en las zonas problemáticas como son las mesas de trabajo y el área de máquinas herramientas.

**Art. 4.-** En caso de ruido continuo, cuando el nivel sonoro sea mayor a 85 dB A, el tiempo de exposición por jornada/hora, será menor; sin excederse de 115 dB A.

**Art. 5.-** Realizar mantenimiento preventivo a las máquinas para aminorar niveles de ruido y vibraciones.

### **RIESGOS QUÍMICOS.**

**Art. 6.-** Todo encargado de manipular productos químicos debe utilizar ropa de trabajo y equipo de protección, los cuales no deben tener partes sueltas, rotas para que la persona no este expuesto a dicho producto.

**Art. 7.-** Para el almacenamiento de productos químicos se lo debe hacer en lugares ubicados lejos de oficinas, áreas de trabajo. Donde el piso de la bodega sea impermeable, liso, sin grietas, para permitir su fácil limpieza y evitar filtraciones, tales como la bodega localizada lejos del laboratorio.

**Art. 8.-** Está prohibido comer, fumar o beber en las áreas de trabajo.

**Art. 9.-** Al terminar la utilización en los laboratorios y antes de salir de estos, las personas encargadas deben cumplir con el aseo de los puestos de trabajo que fueron utilizados.

### **RIESGOS MECÁNICOS.**

**Art. 10.-** Los equipos en los laboratorios se deben utilizar únicamente en las funciones para las cuales han sido diseñadas, no se permitirá su mal uso.

**Art. 11.-** Realizar mantenimiento preventivo trimestralmente para los equipos, herramientas que se encuentran en el taller.

**Art. 12.-** Los laboratorios deben tener un cronograma de limpieza periódico, incluyendo las áreas que se utilizan comúnmente, tal como se muestra en el anexo 4.1.

**Art. 13.-**

**Art. 14.-** Los equipos y herramientas que se adquieran deben ser supervisadas por personal técnico especializado.

**Art. 15.-** Las máquinas, herramientas y equipos deben ser utilizadas por personal calificado.

**Art. 16.-** Los encargados de los laboratorios deben realizar una inspección rutinaria para comprobar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad que tienen los equipos.

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

**Art. 17.-** Deben adecuarse a los usuarios del taller.

**Art. 18.-** Se deben utilizar en el área del laboratorio de soldadura y tratamientos térmicos, solamente cuando existan riesgos para la seguridad y salud de las personas, que no hayan podido evitarse o disminuirse por otros medios técnicos de protección colectiva.

**Art. 19.-** En el caso de la protección auditiva se realizara la limpieza necesaria para evitar el apareamiento de infecciones locales, utilizando productos que no alteren sus características técnicas, y se conservaran en estuches limpios, cerrados que les protejan de todos los factores medio-ambientales como el sol, polvo, humedad, etc.

**Art. 20.-** Los equipos deben ser personales e intransferibles.

**Art. 21.-** Deben tener un mantenimiento rutinario para que siempre estén en condiciones óptimas.

**Art. 22.-** Los equipos que se utilicen deben ser específicos, dependiendo de la actividad que se va a realizar.

a. Para soldadura

<p>Gorro</p> <p>Mascarillas respiratorias para humos metálicos</p> <p>Mascara de soldar</p> <p>Guantes de cuero</p> <p>Coletos o delantal de cuero</p> <p>Polainas y casaca de cuero</p> <p>Zapatos de seguridad</p>	
--	---

b. Generales: Máquinas herramientas, mesas de trabajo y tratamientos térmicos

<p>Gafas</p>	
<p>Overol industrial</p>	
<p>Calzado de seguridad</p>	

Guantes	
Protector para oídos	
Mascarilla	
Casco	

## TÍTULO II

### **ACCIDENTES**

#### **PLANES DE EMERGENCIA, CONTINGENCIA DE ACCIDENTES**

**Art. 23.-** Se debe elaborar un plan de contingencia, para precautelar la integridad tanto de las personas como de los bienes de los laboratorios.

**Art. 24.-** Se debe capacitar de manera trimestral para que tanto a los encargados como a los estudiantes que utilizan los laboratorios como actuar en caso de ocurrir cualquier tipo de emergencia.

**Art. 25.-** Se debe dar una introducción acerca de las rutas de salida en caso de emergencia a todos los usuarios que frecuentan las instalaciones del taller.

**Art. 26.-** Los trabajadores deben colaborar con la evacuación de los estudiantes.

**Art. 27.-** Se debe informar a las personas que frecuentan el taller periódicamente para enfrentar los diferentes tipos de emergencias que se pueden presentar en este.

## **INCENDIOS**

**Art. 28.-** Se debe elaborar planes tales como: emergencia, evacuación; para actuar de manera correcta si ocurriera un incendio.

**Art. 29.-** Las áreas tales como bodegas de almacenamiento de químicos y combustibles, deben estar aisladas y localizadas lejos de las áreas de operación.

**Art. 30.-** Las puertas de ingreso y de salida de emergencia, extintores, pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales claras y perfectamente iluminadas.

**Art. 31.-** En caso de que las soldaduras sean realizadas por estudiantes, estos deben estar bajo la supervisión de personas encargadas del laboratorio.

**Art. 32.-** Los estudiantes deben ser supervisados por un ayudante al momento de realizar las prácticas en los laboratorios.

**Art. 33.-** Cuando no se esté utilizando equipos en el taller se debe desconectar dichos equipos de la corriente eléctrica.

**Art. 34.-** Las tuberías de conducción de fluidos peligrosos deben ser herméticas y revestidos de material a roturas, y pintadas con el color según las normas INEN, como se indica en el anexo 3.5.1.

**Art. 35.-** Al finalizar la jornada de trabajo en el taller los encargados deben revisar las instalaciones para comprobar si estas están seguras.

### **TÍTULO III**

#### **DERECHOS**

##### **OBLIGACIONES DE LOS ENCARGADOS DE LOS LABORATORIOS**

- Art. 36.-** Cumplir con las disposiciones que se presentan en el manual
- Art. 37.-** Asegurar la integridad física de los alumnos que estén bajo su supervisión.
- Art. 38.-** Enseñar la manera correcta de realizar las actividades en los laboratorios a los estudiantes.
- Art. 39.-** Vigilar a los estudiantes que siempre utilicen ropa de trabajo y equipos de protección personal al momento de realizar las prácticas.
- Art. 40.-** Reportar los incidentes que causen lesiones personales o los equipos se reporten inmediatamente a los jefes de laboratorio.
- Art. 41.-** Informar a los visitantes acerca de las normas de seguridad presentes en el laboratorio.
- Art. 42.-** No obligar a los estudiantes a realizar sus prácticas en ambientes que no presten la seguridad necesaria tales como maquinas en mal estado o lugares que no estén debidamente organizados para dicha actividad.

##### **OBLIGACIONES DE LOS ESTUDIANTES**

- Art. 43.-** Los estudiantes deben cumplir con el presente manual, es decir con las reglas, avisos y procedimientos estipulados en este.
- Art. 44.-** Utilizar los equipos de protección personal al ingresar a las instalaciones de los laboratorios.
- Art. 45.-** Informar a los encargados de los laboratorios situaciones que puedan presentar riesgos.
- Art. 46.-** Salvaguardar las instalaciones de los laboratorios, mediante la correcta utilización de las mismas.

**Art. 47.-** Tienen derecho a estar informados que tipo de riesgo existe en el área en la cual se realizan las prácticas.

**Art. 48.-** No cambiar ni quitar la protección propia de los equipos.

**Art. 49.-** No jugar dentro de las instalaciones del taller.

**Art. 50.-** No bloquear las vías de acceso a los extintores, ni las vías de evacuación.

### **OBLIGACIONES DE LOS VISITANTES**

**Art. 51.-** Al momento de ingresar a las instalaciones del taller el encargado debe explicarle las normas del manual de seguridad e higiene industrial que está en vigencia.

**Art. 52.-** Los visitantes deben cumplir con las normas de seguridad que se dictan en el manual.

**Art. 53.-** No intervenir en las actividades que se realizan en los laboratorios.

**Art. 54.-** No debe acercarse a los equipos que se encuentran en las instalaciones, sin supervisión.

**Art. 55.-** Debe utilizar equipos básicos de protección personal como protección auditiva, protección para los ojos, mascarilla.

**Art. 56.-** No debe utilizar las herramientas ni los equipos, sin supervisión.

**Art. 57.-** Debe respetar la señalética de cada sección en el taller.

## TÍTULO IV

### **SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD**

**Art. 58.-** La señalización debe ser clara y lo suficientemente visible para todos los usuarios de los laboratorios.

**Art. 59.-** No se va a utilizar la señalización para sustituir la supervisión de los encargados del laboratorio.

**Art. 60.-** Los encargados deben explicar a los usuarios el significado de los colores que tienen las diferentes señales que están colocadas en las instalaciones.

**Art. 61.-** Las señales que se utilicen en el taller deben ser estandarizadas, tanto en forma como en color.

DESCRIPCION	COLOR	CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO EN LA SEÑAL	FIGURA
Prohibición	Rojo	Blanco	Negro	
Advertencia	Amarillo	Negro	Negro	
Seguridad	Verde	Blanco	Blanco	
Obligatoriedad	Azul	Blanco	Blanco	

## TÍTULO V

### **SANCIONES**

#### **DE LOS TRABAJADORES**

**Art. 62.-** A los trabajadores permanentes del taller que no cumplan con las medidas de seguridad que se estipulan en el manual; se les sancionara por orden de gravedad como se indica ( como se indica en la ley orgánica de servicio público, art 42, art 43) :

- Amonestación verbal.
- Amonestación escrita.
- Sanción pecuniaria administrativa.
- Suspensión temporal sin goce de remuneración.
- Destitución.

Teniendo en cuenta que la amonestación escrita se impondrá cuando el trabajador haya recibido, durante un mismo mes calendario, dos o más amonestaciones verbales.

La sanción pecuniaria administrativa o multa no excederá el monto de diez por ciento de la remuneración, y se impondrá por reincidencia en faltas leves. En caso de reincidencia, el trabajador será destituido con sujeción a la ley.

Las sanciones se impondrán de acuerdo a la gravedad de las faltas por lo que se especifica lo siguiente:

- a. Faltas leves. Son aquellas acciones u omisiones realizadas por descuidos o desconocimientos leves, siempre que no alteren o perjudiquen gravemente el desarrollo de las actividades normales.

Las faltas leves darán lugar a la imposición de sanciones de amonestación verbal, amonestación escrita o sanción pecuniaria administrativa o multa.

- b. Faltas graves. Son aquellas acciones u omisiones que contraríen de manera grave el ordenamiento jurídico o alteren gravemente el orden.

La reincidencia del cometimiento de faltas leves se considerara falta grave.

Las faltas graves darán lugar a la imposición de sanciones de suspensión o destitución, previo el correspondiente sumario administrativo.

### **DE LOS ESTUDIANTES**

Ya que la facultad no cuenta con un reglamento interno para sanciones, se recomienda.

**Art. 63.-** A los estudiantes que no cumplan con las medias de seguridad que se estipulan en el manual de seguridad e higiene industrial, se les sancionara de la siguiente manera.

- a. La primera falta, se le hace un llamado de atención.
- b. La segunda falta, se le da una sanción.
- c. La tercera falta, perdida de la asignatura que se toma en dicho laboratorio.

## **TÍTULO VI**

### **DISPOSICIONES GENERALES**

**Art. 64.-** La aplicación del manual se regirá a todas las personas que utilicen las instalaciones del taller de Procesos de Producción Mecánica.

**Art. 65.-** Los encargados de hacer cumplir el manual son los jefes y ayudantes de los laboratorios del taller de Procesos de Producción Mecánica.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

El presente proyecto de titulación, además de recomendar un mecanismo de control de riesgos dentro del taller de procesos de producción mecánica, trata de vincular particularmente al estudiantado con el mundo laboral, ya que es en los laboratorios donde se forjan los futuros trabajadores, los mismos que deben crear una conducta de seguridad, confianza y bienestar dentro del ambiente laboral.

Promover la seguridad como valores para la formación de una cultura preventiva que permita reducir los riesgos, accidentes y daños a la salud que sean consecuencia del trabajo, mediante la aplicación de políticas preventivas en los miembros de la organización (Laboratorio de Soldadura y laboratorio de Tratamientos Térmicos)

Todo accidente es resultado de la combinación de riesgos físicos y factores humanos, como consecuencia de la disfunción de un sistema de seguridad, la misma que es responsabilidad de todos y cada uno de los individuos que conforman la organización, desde el más humilde de los miembros, hasta la mayor autoridad.

La creación de un plan de seguridad industrial, proveerá las condiciones seguras de trabajo al personal que labora en el Taller de Procesos de producción Mecánica en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador; es una realidad que con dicha propuesta se logran beneficios tanto como para los estudiantes, empleados, visitantes y la facultad.

Es de vital importancia cumplir con el manual de seguridad e higiene industrial propuesto en este proyecto de titulación así como capacitar al personal del taller, la capacitación debe ir orientada a conocer el proceso que da lugar a los accidentes; determinar sus consecuencias y tratar de crear una conciencia de seguridad, a fin de cumplir con las normas de prevención de accidentes, como medio para evitarlos.

Los riesgos ergonómicos fueron cuantificados con distintos medios de evaluación, los resultados arrojados en forma general por los diferentes estudios, demuestran que no existe este tipo de riesgo dentro del taller de Procesos de Producción Mecánica, pero esto no implica que no se deban cumplir los puntos dentro del Capítulo 5, ya que este tipo de riesgos son silenciosos y de rápida manifestación.

La instalación de los extractores propuestos permitirá que los laboratorios del Taller de Procesos de Producción Mecánica posean un ambiente cómodo y confortable para el desarrollo de las distintas actividades

Es responsabilidad de los trabajadores, estudiantes y autoridades velar por la protección de la salud individual, colectiva y por las condiciones en que se encuentre su respectivo lugar de trabajo.

El “Manual de Seguridad e Higiene Industrial del Taller de Procesos de Producción Mecánica” propuesto, tiene una vigencia de un año a partir de su aprobación por el Consejo de Facultad, y será actualizado permanentemente por lo menos una vez cada año.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Las puertas que corresponden a salidas de emergencia deben permanecer abiertas durante toda la jornada laboral, y estas no deben estar obstaculizadas por ningún objeto.

La señalética que se debe colocar en el taller debe ser clara, es decir del tamaño adecuado y en lugares visibles para cualquier persona que visite las instalaciones.

Se debe realizar las modificaciones propuestas en cuestión de orden y organización de las máquinas, equipos e inmobiliario para que así estas sean de ayuda en el momento de una emergencia y no un obstáculo que pueden ocasionar más accidentes e incluso muertes.

Se debe realizar simulacros, y capacitaciones con la finalidad de impartir los conocimientos a los estudiantes y trabajadores.

Para aportar con la seguridad de las personas que trabajan en el taller se debe realizar un mantenimiento preventivo a los equipos y las máquinas, para que estos no sean los causantes de accidentes.

Se debe adquirir señales nuevas y normalizadas para reemplazar a las que se encuentran en mal estado, y proporcionar un mantenimiento adecuado a las que todavía puedan utilizarse.

Difundir la información de riesgos, pegar esta información en zonas estratégicas visibles para personas propias y ajenas al taller de procesos de producción mecánica

## BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES; “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393”.

GRIMALDI John, Simonds Rollin (1989); “La Seguridad Industrial Su Administración”; Editorial Alfaomega; Mexico.

CENGEL Yunus, Boles Michael (2007); “Termodinámica”; Quinta edición; Editorial McGrawhill; Mexico.

SAN MARTÍN Sanz Alfredo; “La Salud Laboral En Las Empresas Españolas”; Editorial Casa de Palabra; España.

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (2010); “Prevención De Riesgos Laborables”; Riesgos Mecánicos; España.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARMENT DE TREBALL (1995); “Manual Para La Identificación Y Evaluación De Riesgos Laborales”.

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, Seguro General de Riesgo de Trabajo; “Norma Inen Señales Y Simbolos De Seguridad 439”.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO; “Agentes Quimicos, Metodo Basado En El Inrs”.

OERLIKON – EXSA, “Manual de Soldadura” Conceptos” Edición 1995

CORRA Carola A., “Riesgos Mecánicos; Definición y criterios para la selección de resguardos” UCA

GARAVITO Julio (2008), “TRATAMIENTOS TÉRMICOS PROTOCOLO”, Escuela Colombiana de Ingeniería Curso de Materiales, Segunda Edición

RIBEIRO V. (2002), “Avaliacao e Controlo de Riscos; Método Fine”

Norma ISO 11228; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Manipulación Manual de cargas; Tablas de Snook y Ciriello”

NTP 477: “Levantamiento manual de cargas: ecuación de NIOSH; Centro Nacional de Condiciones de Trabajo”; España

NTP 601: “Evaluación de las condiciones de trabajo: Carga Postural. Método de REBA; Centro Nacional de Condiciones de Trabajo”

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, Ministerio de Trabajo e Inmigración, Gobierno de España; Trastornos Musculo Esqueléticos; España

MONROY Edgar; (2011) “Ergonomía Aplicada, Métodos de evaluación ergonómica; CHECK LIST OCRA”, Primera Edición

LINCOLN ELECTRIC (2011), “Medidas de seguridad para Soldadura de Arco; Guía para Soldar por Proceso de Arco”, NY 10036

NTP 7: “Soldadura, Prevención de riesgos Higiénicos, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo”; España

SOLER & PALAU (2012), “Manual Práctico de Ventilación”, Cuarta Edición; México

ASHRAE, “Industrial Exhaust System”; Handbook and Product Directory

SMACNA, “Comercial Duct Design”; HVAC Duct Construction Standards Metal and Flexible

SOLER & PALAU; Ventilation Group, “Catálogo S&P 2012”; México

CARNICER Enrique; (1994) “Ventilación Industrial. Cálculo y Aplicaciones”; Segunda Edición.

**PÁGINAS WEB**

<http://definicion.de/seguridad-industrial/>

<http://higieneyseguridadind.blogspot.com/2008/01/objetivo-de-la-seguridad-industrial.html>

<http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/1905.htm>

[http://www.sisma.net63.net/index\\_archivos/Page1868.htm](http://www.sisma.net63.net/index_archivos/Page1868.htm)

<http://factorderiesgofisicovibracion.blogspot.com>

[http://www.ing.ula.ve/~dpernia/pdfs/vibracion\\_mecanica.pdf](http://www.ing.ula.ve/~dpernia/pdfs/vibracion_mecanica.pdf)

[http://www.ionizantes.ciemat.es/sobre\\_radiaciones.php](http://www.ionizantes.ciemat.es/sobre_radiaciones.php)

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>

<http://www.cps.unizar.es/~proter/Articulos/Curso%20higiene.pdf>

<http://seguridadindustrialysaludocupacional.com/category/riesgo-bioogico/>

<http://www.infanciayriesgoslaborales.org/riesgos-comunes/riesgos-ergonomicos/>

<http://www.emagister.com/curso-calidad-seguridad-medio-ambiente/definicion-accidente-incidente-causas-accidentes>

<http://radio.rpp.com.pe/saludenrpp/las-enfermedades-ocupacionales/>

<http://www.sabelotodo.org/laborsegura/tiposenferprofe.html>

<http://www.definicionabc.com/general/accidentes.php>

<http://www.iess.gob.ec/site.php?content=33-riesgos-del-trabajo>

[http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/980/7/Capitulo\\_4.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/980/7/Capitulo_4.pdf)

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/senali.pdf>

<http://www.proyectosfindecarrera.com/carteles-seguridad.htm>

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/937w.pdf>

<http://www.leemira.cl/biblioteca/Meseri.pdf>

[http://www.msc.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL68/68\\_4\\_443.pdf](http://www.msc.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL68/68_4_443.pdf)

[http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/\\_ORP2009/1256.pdf](http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/_ORP2009/1256.pdf)

<http://es.scribd.com/doc/23003698/GEOMETRIA-DE-LA-UNION-SOLDADA-09>

<http://es.scribd.com/doc/18359441/31/TIPOS-DE-JUNTAS-Y-SOLDADURAS>

<http://es.scribd.com/doc/46486156/Metodo-de-Willian-Fine>

## **ANEXOS**

## **ANEXO 3**

## **Anexo 3.1 Frases R y Frases H, para valoración de Riesgos Químicos <sup>1</sup>**

### **Anexo 3.1.1 Frases R.**

- R1-** Explosivo en estado seco.
- R2-** Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3-** Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4-** Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5-** Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6-** Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7-** Puede provocar incendios.
- R8-** Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9-** Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10-** Inflamable.
- R11-** Fácilmente inflamable.
- R12-** Extremadamente inflamable.
- R14-** Reacciona violentamente con el agua.
- R15-** Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16-** Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17-** Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18-** Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
- R19-** Puede formar peróxidos explosivos.
- R20-** Nocivo por inhalación.
- R21-** Nocivo en contacto con la piel.
- R22-** Nocivo por ingestión.
- R23-** Tóxico por inhalación.
- R24-** Tóxico en contacto con la piel.

---

<sup>1</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/878w.pdf>

- R25-** Tóxico por ingestión.
- R26-** Muy tóxico por inhalación.
- R27-** Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28-** Muy tóxico por ingestión.
- R29-** En contacto con agua libera gases tóxicos.
- R30-** Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31-** En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32-** En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33-** Peligro de efectos acumulativos.
- R34-** Provoca quemaduras.
- R35-** Provoca quemaduras graves.
- R36-** Irrita los ojos.
- R37-** Irrita las vías respiratorias.
- R38-** Irrita la piel.
- R39-** Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40-** Posibles efectos cancerígenos
- R41-** Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42-** Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43-** Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44-** Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45-** Puede causar cáncer.
- R46-** Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48-** Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49-** Puede causar cáncer por inhalación.
- R50-** Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51-** Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52-** Nocivo para los organismos acuáticos.

**R53-** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**R54-** Tóxico para la flora.

**R55-** Tóxico para la fauna.

**R56-** Tóxico para los organismos del suelo.

**R57-** Tóxico para las abejas.

**R58-** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.

**R59-** Peligroso para la capa de ozono.

**R60-** Puede perjudicar la fertilidad.

**R61-** Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

**R62-** Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.

**R63-** Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

**R64-** Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

**R65-** Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar

**R66-** La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

**R67-** La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo

**R68-** Posibilidad de efectos irreversibles

### **Anexo 3.1.2** Combinación de frases R<sup>2</sup>

**R14/15-** Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.

**R15/29-** En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.

**R20/21-** Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.

**R20/22-** Nocivo por inhalación y por ingestión.

**R20/21/22-** Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

**R21/22-** Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.

**R23/24-** Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.

**R23/25-** Tóxico por inhalación y por ingestión.

**R23/24/25-** Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

**R24/25-** Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

**R26/27-** Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.

**R26/28-** Muy tóxico por inhalación y por ingestión.

**R26/27/28-** Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

**R27/28-** Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

**R36/37-** Irrita los ojos y las vías respiratorias.

**R36/38-** Irrita los ojos y la piel.

**R36/37/38-** Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

**R37/38-** Irrita las vías respiratorias y la piel.

**R39/23-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

**R39/24-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

**R39/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

---

<sup>2</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/878w.pdf>

**R39/23/24-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

**R39/23/25-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.

**R39/24/25-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

**R39/23//24/25-** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

**R39/26-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

**R39/27-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

**R39/28** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

**R39/26/27-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

**R39/26/28-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.

**R39/27/28-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

**R39/26/27/28-** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

**R42/43-** Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

**R48/20-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

**R48/21-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

**R48/22-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

**R48/20/21-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

**R48/20/22-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

**R48/21/22-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

**R48/20/21/22-** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

**R48/23-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

**R48/24-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

**R48/25-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

**R48/23/24-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

**R48/23/25-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

**R48/24/25-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

**R48/23/24/25-** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

**R50/53-** Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**R51/53-** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**R52/53-** Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**R68/20-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.

**R68/21-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.

**R68/22-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.

**R68/20/21-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.

**R68/20/22-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.

**R68/21/22-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.

**R68/20/21/22-** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

### **Anexo 3.1.3 Frases H.**

**H200** – Indicaciones de peligros físicos

**H200** Explosivo inestable

**H201** Explosivo; peligro de explosión en masa

**H202** Explosivo; grave peligro de proyección

**H203** Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección

**H204** Peligro de incendio o de proyección

**H205** Peligro de explosión en masa en caso de incendio

**H240** Peligro de explosión en caso de calentamiento

**H241** Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento

**H220** Gas extremadamente inflamable

**H221** Gas inflamable

**H222** Aerosol extremadamente inflamable

**H223** Aerosol inflamable

**H224** Líquido y vapores extremadamente inflamables

**H225** Líquido y vapores muy inflamables

**H226** Líquidos y vapores inflamables

**H228** Sólido inflamable

**H242** Peligro de incendio en caso de calentamiento

**H250** Se inflama espontáneamente en contacto con el aire

**H251** Se calienta espontáneamente; puede inflamarse

**H252** Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse

**H260** En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente

**H261** En contacto con el agua desprende gases inflamables

**H270** Puede provocar o agravar un incendio; comburente

**H271** Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente

**H272** Puede agravar un incendio; comburente

**H280** Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento

**H281** Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas

**H290** Puede ser corrosivo para los metales

**H300** – Indicaciones de peligro para la salud humana

**H300** Mortal en caso de ingestión Tóxico en caso de ingestión Nocivo en caso de ingestión

**H301** Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias

**H310** Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias

**H311** Tóxico en contacto con la piel

**H330** Mortal en caso de inhalación

**H331** Tóxico en caso de inhalación

**H302** Mortal en contacto con la piel

**H312** Nocivo en contacto con la piel

**H315** Provoca irritación cutánea

**H317** Puede provocar una reacción alérgica en la piel

**H319** Provoca irritación ocular grave

**H332** Nocivo en caso de inhalación

**H334** Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación

**H335** Puede irritar las vías respiratorias

**H336** Puede provocar somnolencia o vértigo

### Anexo 3.2 MÉTODO FINE MODIFICADO<sup>3</sup>

CUADRO 7 Valoración de riesgos

Factor	Clasificación	Código numérico
1. Consecuencia (C) (resultado más probable de un accidente potencial).	a) Varias muertes; daños superiores a 50 millones de pesetas.	(50)
	b) Muerte; daños de 10 a 50 millones de pesetas.	(25)
	c) Lesiones extremadamente graves (amputación, incapacidad permanente) daños de 100.000 a 10.000.000 de pesetas.	(15)
	d) Lesiones con baja, daños hasta 100.000 pesetas.	(5)
	e) Heridas leves, contusiones, golpes, pequeños daños.	(1)
2. Exposición (E) (frecuencia con que ocurre la situación de riesgo).	La situación de riesgo ocurre:	
	a) Continuamente (o muchas veces al día).	(10)
	b) Frecuentemente (aproximadamente una vez al día).	(6)
	c) Ocasionalmente (de una vez por semana a una vez al día)	(3)
	d) Raramente (se sabe que ocurre).	(1)
e) Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido).	(0,5)	
3. Probabilidad (P) (probabilidad de que la secuencia de accidente se complete).	Secuencia completa de accidente:	
	a) Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.	(10)
	b) Es completamente posible, nada extraño tiene una probabilidad del 50 %	(6)
	c) Sería una secuencia o coincidencia rara, 10 %	(3)
	d) Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido: probabilidad 1 %	(1)
e) Nunca ha sucedido en muchos años de exposición, pero concebible.	(0,5)	
<b>G.P. = C x E x P</b>		
G.P. ≥ 200	Se requiere corrección inmediata.	
	La actividad debe ser detenida hasta que el riesgo se haya disminuido.	
200 ≥ G.P. ≥ 65	Actuación urgente. Requiere atención lo antes posible.	
65 < G.P.	El riesgo debe ser eliminado sin demora pero la situación no es una emergencia.	

❗ A este método é por vezes introduzido uma fórmula no sentido de analisar o custo/benefício, e justificar ou não, sob o ponto de vista económico, a medida correctiva.

<sup>3</sup>Avaliação e Controlo de Riscos "Método Fine" V. Ribeiro (2002) Pág. 2

Anexo 3.3 Tablas de Snook y Ciriello (Empuje y Tracción)<sup>4</sup>

Anexo 3.3.1 Peso máximo aceptable para el transporte (Kg)

Height	Percent	2.1 m carry One carry every						4.3 m carry One carry every						6.6 m carry One carry every								
		6 s	12 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	6 s	12 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	6 s	12 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr
<b>Males</b>																						
111	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
	75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	16	18	18	20	23	27
	50	19	25	30	30	33	36	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35
	25	23	30	37	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	43
	10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50
79	90	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
	75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35
	50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46
	25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	40	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56
	10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65
<b>Females</b>																						
105	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16	
	75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	21	12	13	14	14	14	14	19	
	50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22	
	25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	28	15	17	18	18	19	19	25	
	10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	31	17	19	20	20	21	21	28	
72	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19	
	75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	23	14	15	16	16	17	17	23	
	50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	26	16	17	19	19	20	20	26	
	25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	30	18	19	21	22	22	22	30	
	10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	33	20	21	24	24	25	25	33	

Notes:  
 1. Height is vertical distance floor to hands.  
 2. Percent pertains to industrial population.  
 3. Italicized values exceed 8 hr physiological criteria.

El 90% de la población de **hombres** puede realizar la tarea (Transporte manual de cargas); **No existe riesgo**

El 75% de la población de **mujeres** puede realizar la tarea (Transporte manual de cargas); **No existe riesgo**

<sup>4</sup>Snook, S. H. and Ciriello, V. M., the design of manual handling tasks; revised tables of maximum acceptable weights and forces, Ergonomics, 34, 9, 1991

Anexo 3.3.2 Fuerza máxima aceptable de empuje para hombres (Kg).

Push force (kg)	2.7 m push One push every					7.6 m push One push every					15.2 m push One push every					30.5 m push One push every					46.7 m push One push every					61.0 m push One push every									
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
30	20	32	35	38	40	14	16	18	21	22	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19	12	14	14	14	16
35	23	35	38	41	43	16	18	20	23	24	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	14	16	16	16	18
40	26	38	41	44	46	18	20	22	25	26	19	20	21	22	23	19	20	21	22	23	19	20	21	22	23	19	20	21	22	23	16	18	18	18	20
45	29	41	44	47	49	20	22	24	27	28	21	22	23	24	25	21	22	23	24	25	21	22	23	24	25	21	22	23	24	25	18	20	20	20	22
50	32	44	47	50	52	22	24	26	29	30	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	20	22	22	22	24
55	35	47	50	53	55	24	26	28	31	32	25	26	27	28	29	25	26	27	28	29	25	26	27	28	29	25	26	27	28	29	22	24	24	24	26
60	38	50	53	56	58	26	28	30	33	34	27	28	29	30	31	27	28	29	30	31	27	28	29	30	31	27	28	29	30	31	24	26	26	26	28
65	41	53	56	59	61	28	30	32	35	36	29	30	31	32	33	29	30	31	32	33	29	30	31	32	33	29	30	31	32	33	26	28	28	28	30
70	44	56	59	62	64	30	32	34	37	38	31	32	33	34	35	31	32	33	34	35	31	32	33	34	35	31	32	33	34	35	28	30	30	30	32
75	47	59	62	65	67	32	34	36	39	40	33	34	35	36	37	33	34	35	36	37	33	34	35	36	37	33	34	35	36	37	30	32	32	32	34
80	50	62	65	68	70	34	36	38	41	42	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39	32	34	34	34	36
85	53	65	68	71	73	36	38	40	43	44	37	38	39	40	41	37	38	39	40	41	37	38	39	40	41	37	38	39	40	41	34	36	36	36	38
90	56	68	71	74	76	38	40	42	45	46	39	40	41	42	43	39	40	41	42	43	39	40	41	42	43	39	40	41	42	43	36	38	38	38	40
95	59	71	74	77	79	40	42	44	47	48	41	42	43	44	45	41	42	43	44	45	41	42	43	44	45	41	42	43	44	45	38	40	40	40	42
100	62	74	77	80	82	42	44	46	49	50	43	44	45	46	47	43	44	45	46	47	43	44	45	46	47	43	44	45	46	47	40	42	42	42	44
105	65	77	80	83	85	44	46	48	51	52	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	42	44	44	44	46
110	68	80	83	86	88	46	48	50	53	54	47	48	49	50	51	47	48	49	50	51	47	48	49	50	51	47	48	49	50	51	44	46	46	46	48
115	71	83	86	89	91	48	50	52	55	56	49	50	51	52	53	49	50	51	52	53	49	50	51	52	53	49	50	51	52	53	46	48	48	48	50
120	74	86	89	92	94	50	52	54	57	58	51	52	53	54	55	51	52	53	54	55	51	52	53	54	55	51	52	53	54	55	48	50	50	50	52
125	77	89	92	95	97	52	54	56	59	60	53	54	55	56	57	53	54	55	56	57	53	54	55	56	57	53	54	55	56	57	50	52	52	52	54
130	80	92	95	98	100	54	56	58	61	62	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	52	54	54	54	56
135	83	95	98	101	103	56	58	60	63	64	57	58	59	60	61	57	58	59	60	61	57	58	59	60	61	57	58	59	60	61	54	56	56	56	58
140	86	98	101	104	106	58	60	62	65	66	59	60	61	62	63	59	60	61	62	63	59	60	61	62	63	59	60	61	62	63	56	58	58	58	60
145	89	101	104	107	109	60	62	64	67	68	61	62	63	64	65	61	62	63	64	65	61	62	63	64	65	61	62	63	64	65	58	60	60	60	62
150	92	104	107	110	112	62	64	66	69	70	63	64	65	66	67	63	64	65	66	67	63	64	65	66	67	63	64	65	66	67	60	62	62	62	64
155	95	107	110	113	115	64	66	68	71	72	65	66	67	68	69	65	66	67	68	69	65	66	67	68	69	65	66	67	68	69	62	64	64	64	66
160	98	110	113	116	118	66	68	70	73	74	67	68	69	70	71	67	68	69	70	71	67	68	69	70	71	67	68	69	70	71	64	66	66	66	68
165	101	113	116	119	121	68	70	72	75	76	69	70	71	72	73	69	70	71	72	73	69	70	71	72	73	69	70	71	72	73	66	68	68	68	70
170	104	116	119	122	124	70	72	74	77	78	71	72	73	74	75	71	72	73	74	75	71	72	73	74	75	71	72	73	74	75	68	70	70	70	72
175	107	119	122	125	127	72	74	76	79	80	73	74	75	76	77	73	74	75	76	77	73	74	75	76	77	73	74	75	76	77	70	72	72	72	74
180	110	122	125	128	130	74	76	78	81	82	75	76	77	78	79	75	76	77	78	79	75	76	77	78	79	75	76	77	78	79	72	74	74	74	76
185	113	125	128	131	133	76	78	80	83	84	77	78	79	80	81	77	78	79	80	81	77	78	79	80	81	77	78	79	80	81	74	76	76	76	78
190	116	128	131	134	136	78	80	82	85	86	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83	79	80	81	82	83	76	78	78	78	80
195	119	131	134	137	139	80	82	84	87	88	81	82	83	84	85	81	82	83	84	85	81	82	83	84	85	81	82	83	84	85	78	80	80	80	82
200	122	134	137	140	142	82	84	86	89	90	83	84	85	86	87	83	84	85	86	87	83	84	85	86	87	83	84	85	86	87	80	82	82	82	84
205	125	137	140	143	145	84	86	88	91	92	85	86	87	88	89	85	86	87	88	89	85	86	87	88	89	85	86	87	88	89	82	84	84	84	86
210	128	140	143	146	148	86	88	90	93	94	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	84	86	86	86	88
215	131	143	146	149	151	88	90	92	95	96	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	86	88	88	88	90
220	134	146	149	152	154	90	92	94	97	98	91	92	93	94	95	91	92	93	94	95	91	92	93	94	95	91	92	93	94	95	88	90	90	90	92
225	137	149	152	155	157	92	94	96	99	100	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	93	94	95	96	97	90	92	92	92	94
230	140	152	155	158	160	94	96	98	101	102	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	92	94	94	94	96
235	143	155	158	161	163	96	98	100	103	104	97	98	99	100	101	97	98	99	100	101	97	98	99	100	101	97	98	99	100	101	94	96	96	96	98
240	146	158	161	164	166	98	100	102	105	106	99	100	101	102	103	99	100	101	102	103	99	100	101	102	103	99	100	101	102	103	96	98	98	98	100
245	149	161	164	167	169	100	102	104	107	108	101	102	103	104	105	101	102	103	104	105	101	102	103	104	105	101	102	103							

### Anexo 3.3.3 Fuerza máxima aceptable de empuje para mujeres (Kg).

Kg	2.1 m push					7.6 m push					16.2 m push					30.5 m push					45.7 m push					61.0 m push														
	5	12	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	15	22			
90	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	18	19	20	12	14	14	15	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	
85	17	18	21	22	24	25	26	18	19	20	22	23	24	15	17	17	18	20	21	15	16	17	18	19	21	15	16	17	19	21	14	15	17	19	21	14	15	17	19	
80	20	22	25	26	29	30	32	21	23	23	24	26	27	18	20	20	22	23	25	18	19	21	22	23	25	18	19	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
75	24	25	29	30	33	35	37	25	26	27	28	31	32	20	23	23	24	26	27	20	22	23	24	26	27	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
70	26	28	33	34	38	39	41	28	30	31	34	36	38	23	26	26	28	31	32	23	25	27	28	31	32	23	25	27	28	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
65	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	18	19	11	13	14	14	16	16	17	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	15	16	18	12	13	14	15
60	17	18	21	22	24	25	27	17	18	20	22	23	25	14	16	17	17	19	20	14	16	18	19	21	14	16	18	19	21	14	15	16	17	19	21	14	15	16	17	19
55	20	22	25	26	29	30	32	20	21	23	24	27	28	16	19	20	21	23	24	16	18	20	21	23	25	16	18	20	21	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
50	24	25	29	30	33	35	37	23	25	27	28	31	33	18	22	23	24	27	28	18	22	23	24	26	28	18	22	23	24	26	28	30	32	34	35	36	37	38	39	
45	26	28	33	34	38	39	41	26	28	31	32	35	37	20	24	24	26	29	31	20	24	26	27	30	31	20	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	
40	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	13	14	15	11	12	13	15	11	12	13	15	11	12	13	15	11	12	13	15	11	12	13	
35	14	15	17	17	19	20	21	14	15	17	17	18	20	11	13	14	15	16	17	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	15	16	18	12	13	14	15	
30	17	20	21	23	24	25	26	16	18	20	21	23	24	14	16	17	18	19	20	14	16	17	18	20	14	16	17	18	20	14	15	16	17	19	21	14	15	16	17	
25	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	16	20	22	23	26	26	16	20	22	23	26	26	16	20	22	23	26	26	28	30	32	34	36	38	40	42	
20	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	16	20	22	23	26	26	16	20	22	23	26	26	16	20	22	23	26	26	28	30	32	34	36	38	40	42	
15	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	6	6	6	6	7	7	9	9	9	10	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
10	9	12	14	14	16	17	21	8	10	11	11	12	13	16	7	8	9	10	11	13	7	8	9	9	12	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
5	12	16	19	20	21	23	28	12	14	14	15	16	17	21	10	11	12	12	14	14	18	10	11	12	12	16	9	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
0	16	20	24	25	27	29	36	15	17	18	20	22	27	12	14	15	16	17	18	22	12	14	15	16	17	18	22	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
0	18	23	28	29	32	34	42	18	20	21	22	24	26	32	14	17	18	18	20	22	15	17	17	18	20	22	15	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	
0	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	7	7	8	10	5	6	6	7	8	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
0	8	11	13	13	15	16	19	9	10	11	11	13	17	7	8	9	10	11	11	14	8	9	9	10	12	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
0	11	15	18	18	20	21	26	12	13	15	16	17	18	22	9	11	12	13	14	15	19	10	12	13	17	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
0	14	18	22	23	25	27	33	15	17	19	21	23	28	12	14	15	16	18	19	24	13	15	16	16	22	12	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
0	17	22	26	27	30	32	39	17	20	22	23	25	27	33	14	17	19	19	21	25	16	18	18	19	26	14	16	17	18	24	13	13	13	13	13	13	13	13		
0	5	6	6	6	6	6	9	12	6	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	9	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
0	7	8	11	12	13	14	17	8	10	10	11	12	12	15	7	8	8	9	10	10	13	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
0	10	13	15	15	17	18	23	11	13	14	14	15	17	21	8	11	12	12	13	14	17	10	11	11	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
0	12	16	19	20	22	23	29	14	17	18	18	20	21	26	12	14	15	15	17	18	22	12	14	15	16	22	12	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
0	16	19	23	23	25	26	34	17	20	21	21	23	25	31	14	16	17	18	18	20	22	14	15	16	17	24	13	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	

Note:  
 1. Height is vertical floor to hands in cm  
 2. Percent pertains to industrial population  
 3. Initial force - required to start motion  
 4. Sustained force - required to maintain motion  
 5. Utilized values exceed 8 hr physiological criteria

El 75% de la población de mujeres puede realizar la tarea (Empuje de cargas); **No existe riesgo**



Anexo 3.3.5 Fuerza máxima aceptable de tracción para mujeres (Kg).

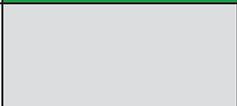
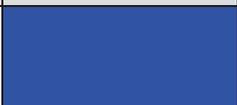
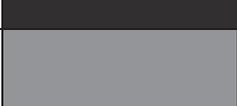
Weight (kg)	2.1 m pull			2.6 m pull			3.1 m pull			3.6 m pull			4.1 m pull			4.7 m pull			5.1 m pull									
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							
60	13	15	17	18	20	21	22	13	14	15	16	17	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15		
75	15	19	20	21	24	25	26	16	17	19	19	21	22	24	12	14	15	16	18	19	20	14	15	17	18	20		
144	50	18	22	24	25	28	29	31	19	20	22	23	25	26	28	14	16	19	21	22	24	17	18	20	21	24		
55	21	25	28	29	32	33	35	21	25	26	28	29	30	32	16	19	21	22	25	26	27	19	21	23	24	27		
10	24	28	31	32	36	37	39	24	25	28	29	32	34	35	18	21	24	25	27	29	30	22	24	25	27	31		
90	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	19	13	14	15	16	18		
75	16	19	21	22	25	26	27	17	18	19	20	22	23	25	12	15	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21		
64	50	19	23	25	26	28	30	32	19	21	23	24	25	27	14	17	19	20	22	23	25	18	19	21	22	25		
55	22	26	29	30	33	35	37	22	24	26	27	30	31	33	15	20	22	23	25	27	28	20	22	24	26	29		
10	25	29	32	33	37	39	41	25	27	29	30	33	35	37	18	22	25	26	28	30	23	25	26	28	32			
90	17	19	20	22	23	24	26	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	13	14	15	17	19			
75	17	20	22	23	25	27	28	17	19	20	21	23	24	26	13	15	17	18	20	21	16	17	18	20	22			
64	50	20	24	26	27	30	32	30	22	24	25	26	29	30	15	18	20	21	22	23	16	20	22	23	25			
55	23	27	30	31	35	36	38	23	25	27	29	32	33	35	17	21	23	24	27	28	21	23	25	27	30			
10	26	31	34	36	39	40	43	26	28	31	32	35	37	39	19	23	26	27	30	31	24	26	28	30	34			
60	6	9	10	11	12	15	7	8	9	9	10	10	11	13	6	7	8	8	9	11	6	7	8	10	6	7	9	
75	8	12	13	14	15	20	9	11	12	12	13	14	16	18	7	9	10	10	11	12	15	8	9	10	12	7	10	
144	50	16	17	18	19	21	25	12	13	15	16	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	11	12	13	17	10	11	
55	12	19	21	21	23	25	31	14	16	18	19	21	22	27	11	14	15	16	17	19	23	15	15	16	21	12	14	
10	15	22	24	25	27	29	35	16	19	21	22	24	25	32	13	16	18	18	20	22	27	15	17	18	25	14	15	
90	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11	6	7	7	10	6	7	9
75	8	12	13	13	15	16	19	9	10	11	12	13	14	17	7	8	10	10	11	12	14	8	9	9	10	7	9	12
64	50	16	16	17	19	20	25	11	12	15	15	16	18	23	9	11	12	13	14	15	19	10	12	13	17	9	11	12
55	12	18	20	21	23	24	30	14	16	18	18	20	22	27	11	13	15	15	17	18	22	14	15	16	21	11	13	14
10	14	21	23	24	26	28	35	16	18	21	21	23	25	31	13	15	17	18	20	21	25	15	16	17	24	13	15	16
90	5	9	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	13	5	6	7	7	8	10	6	6	7	8	9	5	6	8
75	7	11	12	12	13	14	18	8	9	11	11	12	13	16	7	8	9	10	11	13	7	8	9	12	7	8	11	
64	50	9	14	15	16	17	19	10	12	13	14	15	16	20	8	10	11	12	13	14	17	9	10	11	12	15	18	
55	11	17	18	19	21	22	27	13	15	16	17	19	20	24	10	12	14	14	16	17	21	11	13	13	14	19	22	
10	13	20	21	22	24	25	32	15	17	19	20	22	23	28	12	14	15	16	18	22	24	13	15	16	22	17	21	

Note:  
 1. Height is vertical floor to hands in cm  
 2. Percent pertains to industrial population  
 3. Initial force - required to start motion  
 4. Sustained force - required to maintain motion  
 4. Tablized values exceed 8 hr physiological criteria

El 75% de la población de mujeres puede realizar la tarea (Empuje de cargas); No existe riesgo

### Anexo 3.4 Señalización

#### Anexo 3.7.1 Clasificación de fluidos<sup>5</sup>

FLUIDO	CATEGORIA	COLOR	MUESTRA
AGUA	1	VERDE	
VAPOR DE AGUA	2	GRIS PLATA	
AIRE Y OXIGENO	3	AZUL	
GASES COMBUSTIBLES	4	AMARILLO OCRE	
GASES NO COMBUSTIBLES	5	AMARILLO OCRE	
ACIDOS	6	ANARANJADO	
ALCALIS	7	VIOLETA	
LIQUIDOS COMBUSTIBLES	8	CAFÉ	
LIQUIDOS NO COMBUSTIBLES	9	NEGRO	
VACIO	0	GRIS	
AGUA O VAPOR CONTRA INCENDIOS	-	ROJO DE SEGURIDAD	
GLP (GAS LICUADO DE PETROLEO)	-	BLANCO	

<sup>5</sup>NORMA INEN 440 Colores de identificación de tubería

### **Anexo 3.7.2** Señales complementarias de riesgo permanente<sup>6</sup>

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas blancas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:



Figura 3.5 1 modelo de señal complementaria

---

<sup>6</sup>SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO REAL DECRETO 485/1997

## Anexo 3.5 Señales utilizadas<sup>7</sup>

### Anexo 3.7.1 Señales de advertencia utilizadas



### Anexo 3.7.2 Señales de prohibición utilizadas



<sup>7</sup> COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD. NORMA INEN 439

### Anexo 3.7.3 Señales de obligatoriedad utilizadas



### Anexo 3.7.4 Señales de evacuación utilizadas



### Anexo 3.7.5 Señal de sistema contra incendio utilizado



## **ANEXO 4**

## Anexo 4.1 Formulario de inspección de orden y limpieza<sup>1</sup>

CODIGO:					
ÁREA:					
FECHA:					
INSPECTOR:					
HORA:					
		SÍ	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE
<b>1</b>	<b>LOCALES</b>				
1.1	Las paredes están limpias y en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Las ventanas y tragaluces están limpias sin impedir la entrada de luz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2</b>	<b>SUELOS Y PASILLOS</b>				
2.1	Los suelos están limpios, secos sin desperdicios ni material innecesario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Están las vías de circulación de personas diferenciadas y señalizadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Las carretillas están aparcadas en los lugares especiales para ello	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup>NTP 481: Orden y limpieza de lugares de trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; España

<b>3</b>	<b>ALMACENAJE</b>				
3.1	Las áreas de almacenamiento y deposición de materiales están señalizadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4</b>	<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>				
4.1	Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>				
5.1	Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Se guardan limpias de aceite y grasa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO**

6.1	Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por su usuario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	Se guardan en lugares específicos de uso personalizado (armarios o taquillas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	Se encuentran limpios y en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7 RESIDUOS**

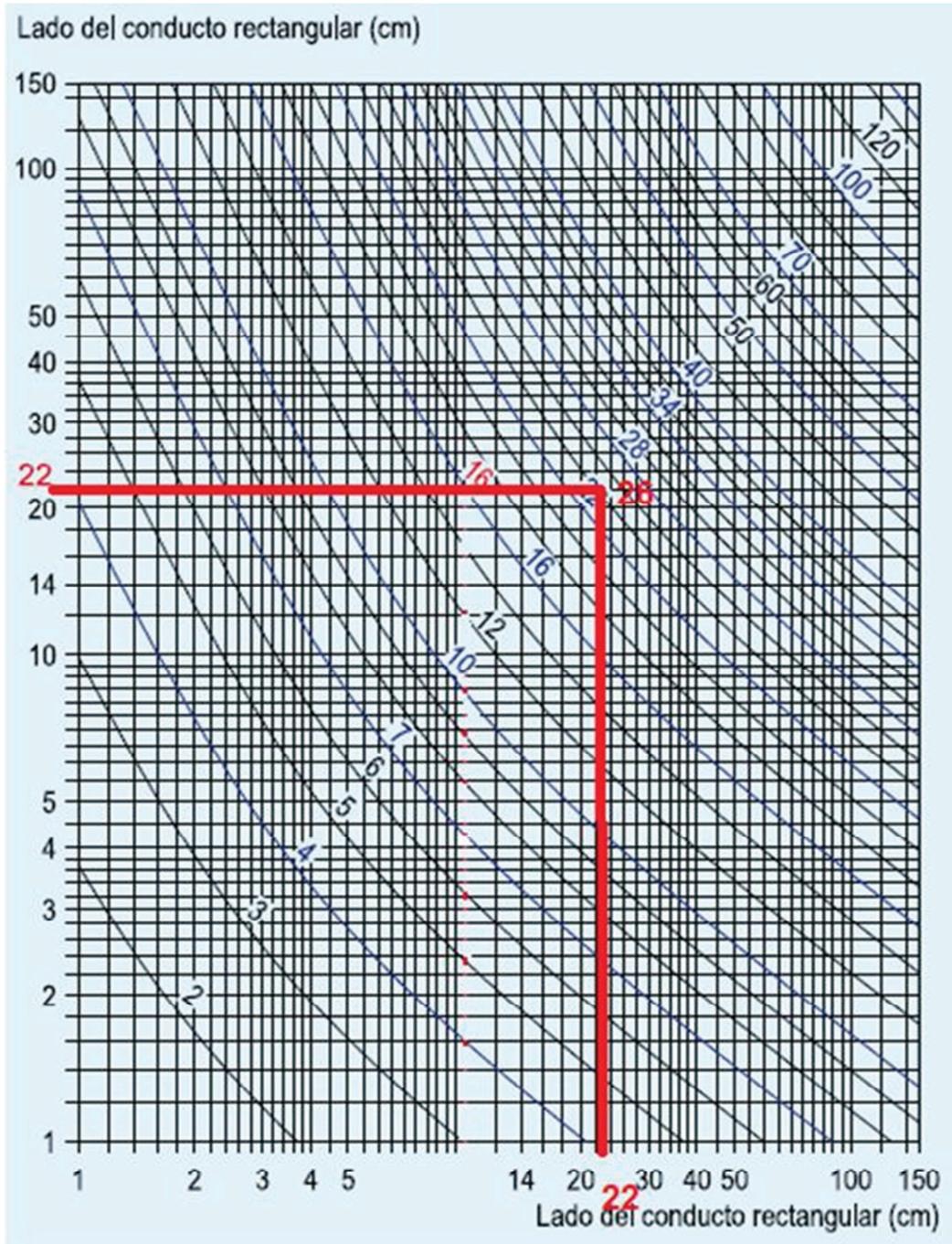
7.1	Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2	Están claramente identificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3	Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4	Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5	Se evita el rebose de los contenedores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6	Las zonas de alrededor de los contenedores de residuos está limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7	Existen los medios de limpieza a disposición del personal de área	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBSEVACIONES:**

$$\% \text{ CUMPLIMIENTO} = \frac{2 \times (N^{\circ} \text{ SÍ}) + (N^{\circ} \text{ A MEDIAS})}{64 - 2 \times (N^{\circ} \text{ NO PROCEDE})} \times 100$$

**"UN LUGAR LIMPIO ES UN LUGAR SEGURO"**

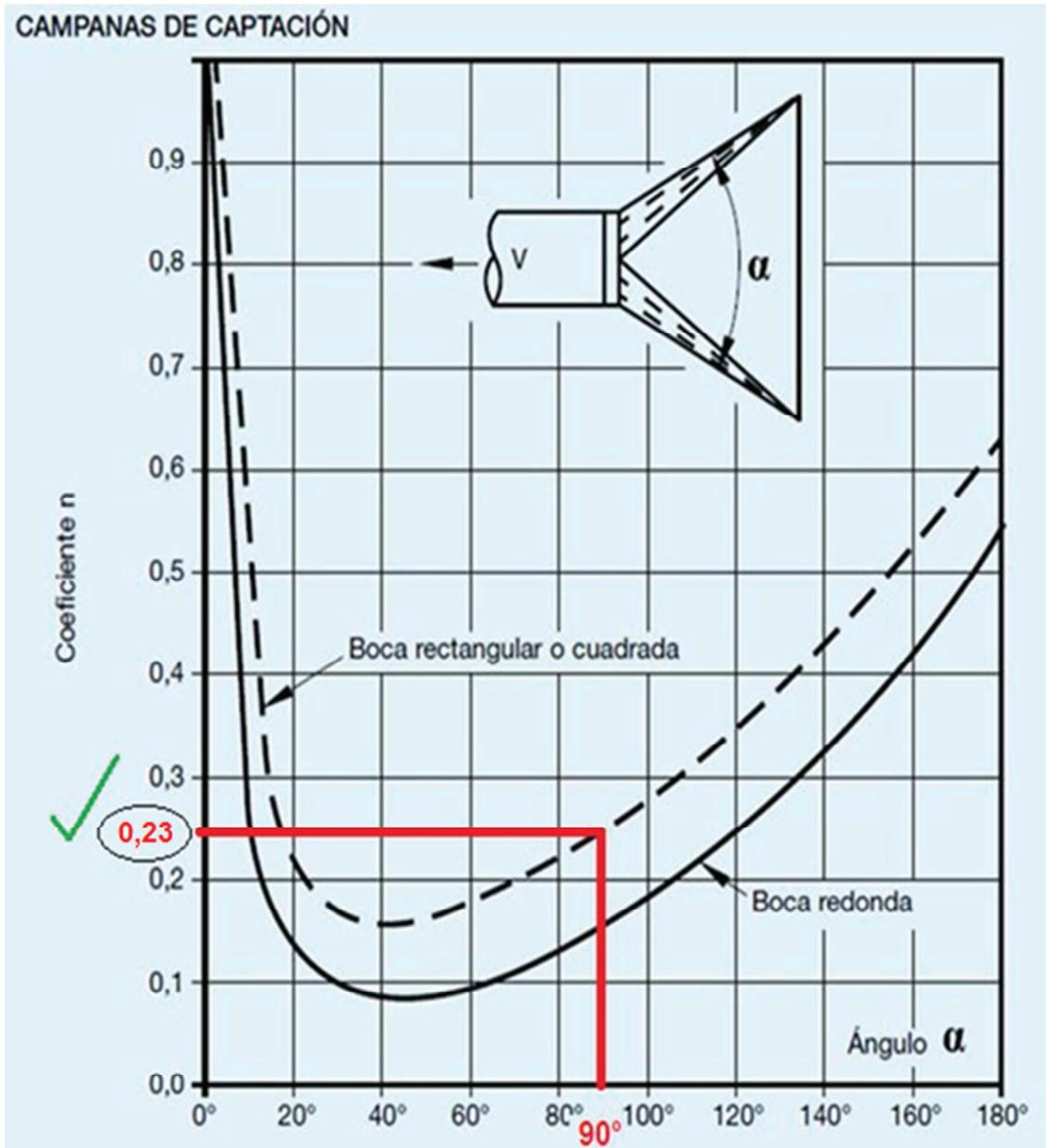
**Anexo 4.2** Diámetro equivalente de un conducto rectangular con igual pérdida de carga<sup>2</sup>



Con un ducto de diámetro **26cm** se tiene su equivalente rectangular de **22x22cm**

<sup>2</sup>Manual Práctico de Ventilación; Soler & Palau; Fig. 3.2

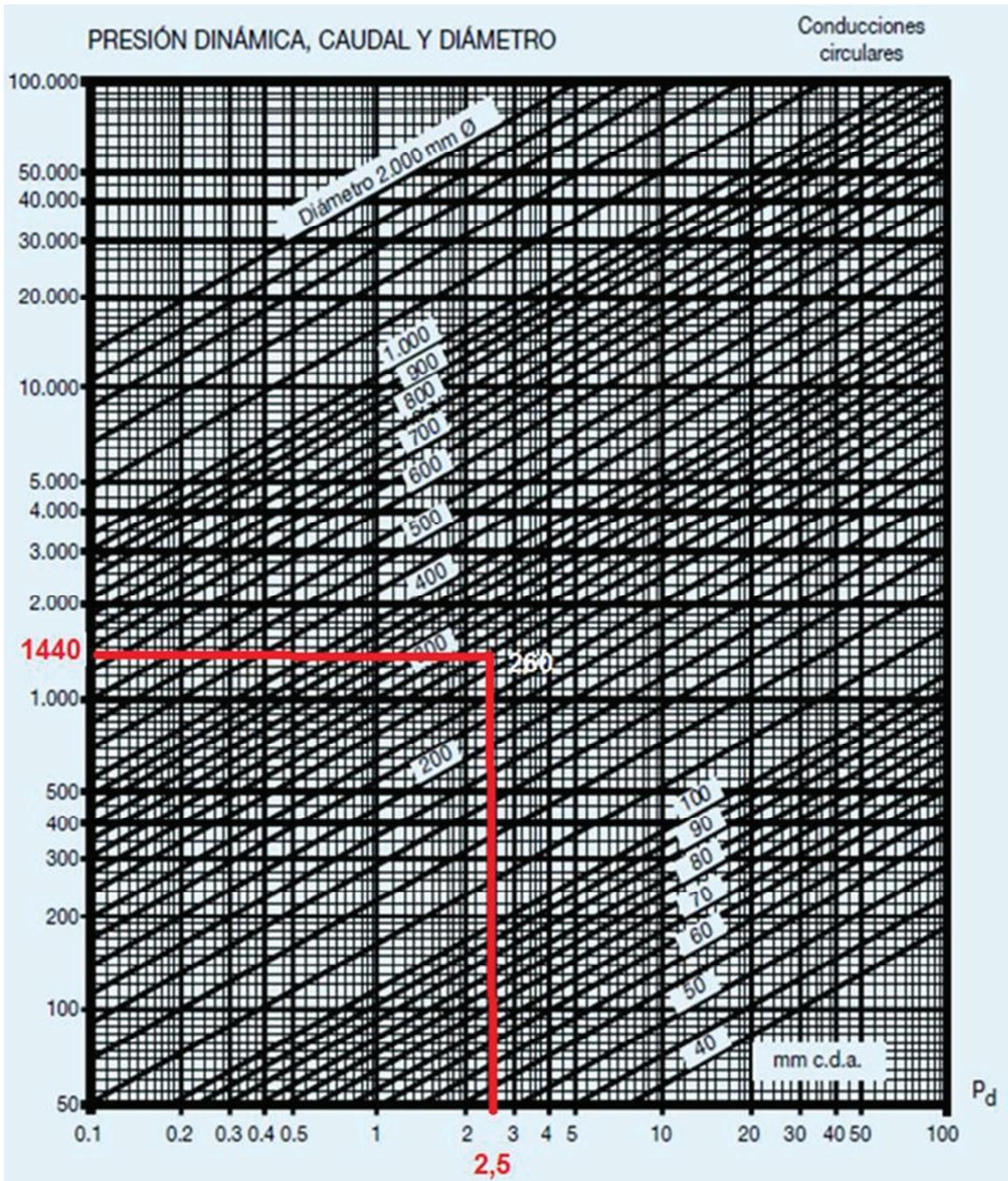
Anexo 4.3 Factor de pérdidas (Fc) en la entrada de la campana<sup>3</sup>



El factor de pérdida “n” para una campana con boca rectangular y ángulo de  $90^\circ$  es de **0,23**

<sup>3</sup>ASHRAE; Handbook of Fundamentals; Dynamic Losses

#### Anexo 4.4 Cálculo de la pérdida de carga<sup>4</sup>

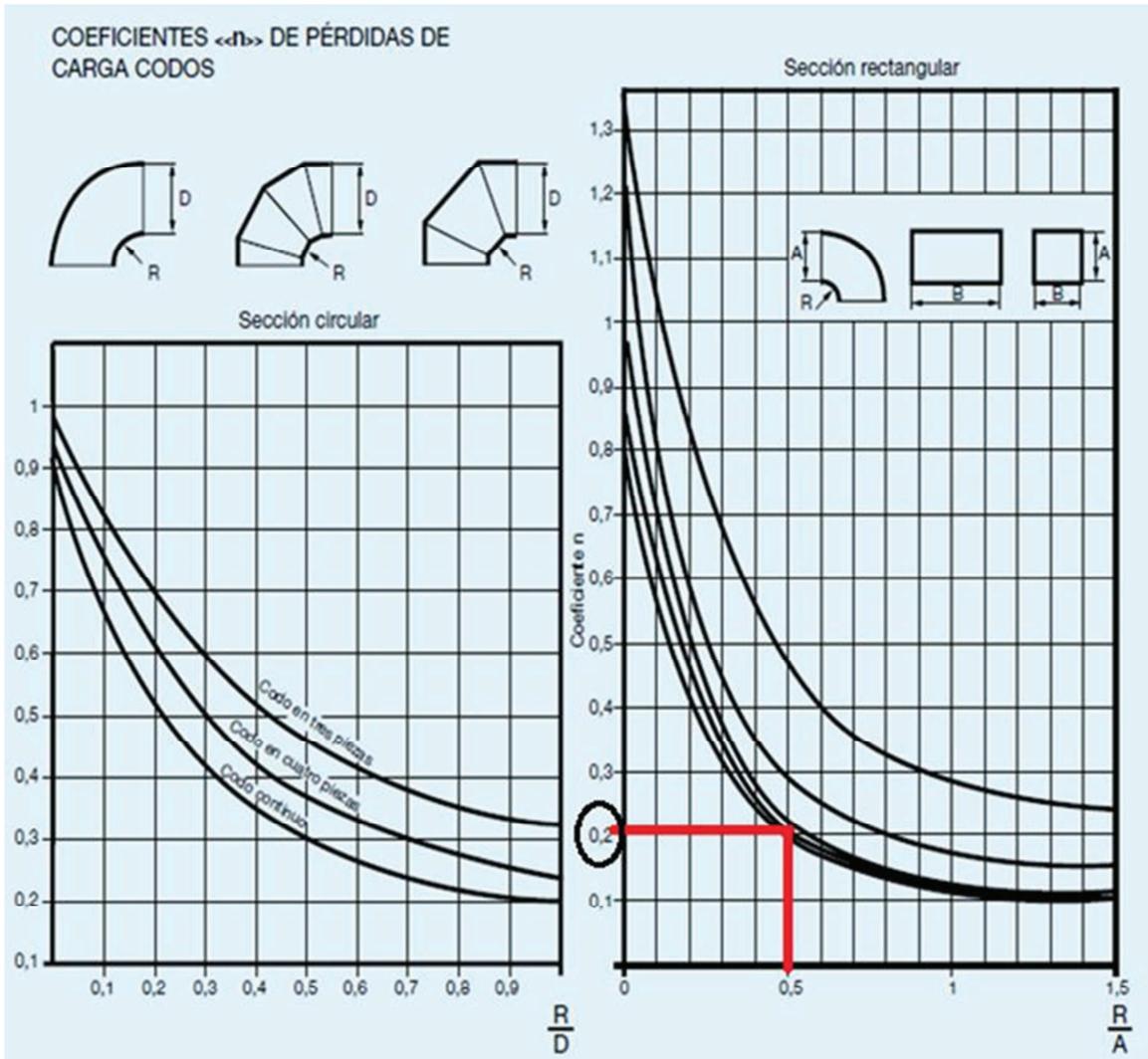


La presión dinámica “Pd” del aire que circula en un ducto de diámetro 260 mm con un caudal de 1440 m<sup>3</sup>/h es de **2,5 mm.c.d.a.**

<sup>4</sup>Manual Práctico de Ventilación; Soler & Palau; Fig. 3.3

### Anexo 4.5 Coeficientes “n” de pérdidas de carga<sup>5</sup>

En nuestro caso tenemos que determinar el valor del coeficiente n para un codo continuo de sección rectangular con relación  $R/A=0,5$  (se debe utilizar la tabla de la parte derecha)



El coeficiente de pérdida en base a la forma y dimensión del codo “n” es de **0,2**

<sup>5</sup>Manual Práctico de Ventilación; Soler & Palau; Fig. 3.6

## Anexo 4.6 Equipo de ventilación mecánica<sup>6</sup>

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Diámetro de la turbina: 197 mm (7 3/4 inch)  
 Diámetro de flecha: 19.05 mm (3/4 inch)

Área de salida: 0.052 m<sup>2</sup> (0.564 ft<sup>2</sup>)  
 BHP máximos: 1.66

Armazón máximo de motor: 145T  
 RPM máximas: 2400  
 Peso del equipo: 10 Kg (22 Lbs)

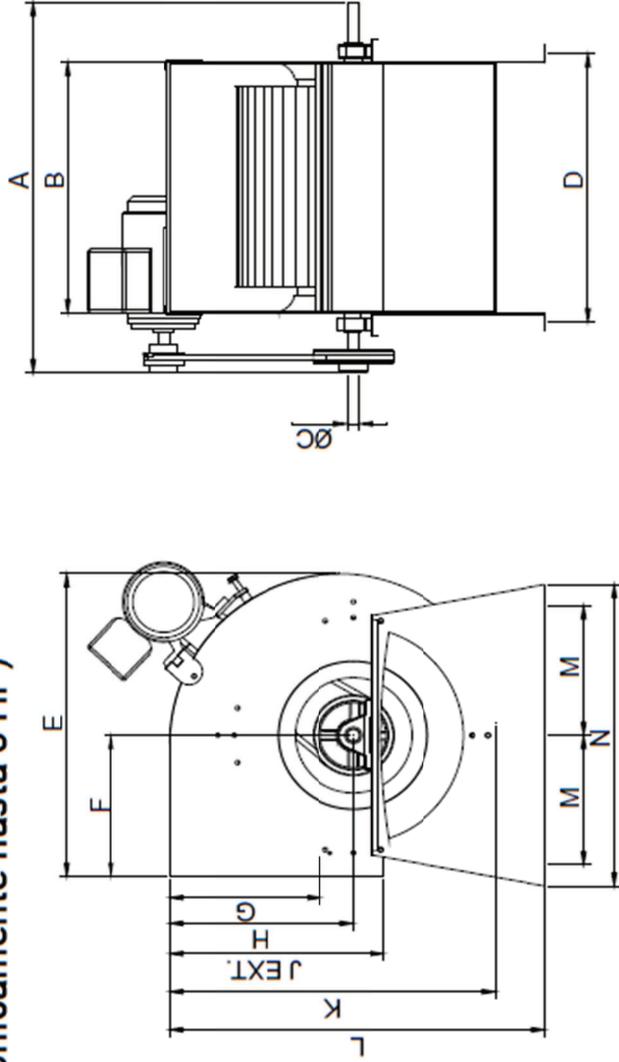
RPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg.																	
	4.76 mm / 0.187"	6.35 mm / 0.25"	7.62 mm / 0.312"	9.52 mm / 0.375"	11.11 mm / 0.437"	12.70 mm / 0.500"	15.40 mm / 0.625"	17.46 mm / 0.687"	19.05 mm / 0.750"	20.63 mm / 0.812"	23.82 mm / 0.937"	25.40 mm / 1.000"						
CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	CFM m <sup>3</sup> /hr	BHP dB(A)	
800	608 0.06	542 0.06	70 0.06															
850	1032 0.07	921 0.08	533 0.08															
900	1131 0.09	1039 0.1	905 0.07	518 0.07														
950	1228 0.11	1146 0.12	1041 0.09	881 0.09	478 0.07													
1000	1319 0.13	1248 0.14	1158 0.11	1049 0.12	812 0.10													
1050	1411 0.15	1345 0.17	1267 0.13	1176 0.15	1053 0.12	624 0.11												
1100	1501 0.19	1440 0.20	1369 0.16	1292 0.17	1195 0.14	1061 0.20												
1150	1580 0.21	1532 0.23	1467 0.18	1399 0.21	1316 0.16	1219 0.20												
1200	1678 0.24	1624 0.26	1562 0.21	1501 0.24	1428 0.19	1348 0.20												
1250	1764 0.27	1712 0.30	1656 0.25	1600 0.28	1533 0.22	1464 0.26												
1300	1851 0.31	1802 0.34	1747 0.28	1695 0.32	1633 0.26	1573 0.29												
1350	1936 0.35	1890 0.41	1839 0.32	1788 0.39	1732 0.29	1676 0.40												
	2021 0.41	2067 0.48	1929 0.32	1880 0.41	1829 0.32	1882 0.40												

Con 6,35 [mmH2O] y 901 [CFM] se necesita un **Ventilador Centrifugo de Doble oído DA 717** un motor de 0,2BHP que generará 77 [dB]

<sup>6</sup>Soler & Palau; Ventilation Group; Catálogo S&P 2012; Productos Multicurvas; Pág: 421

Anexo 4.7 Dimensiones del equipo de ventilación mecánica<sup>7</sup>

DA: 7-7 al 18-18 (Únicamente hasta 3 HP)

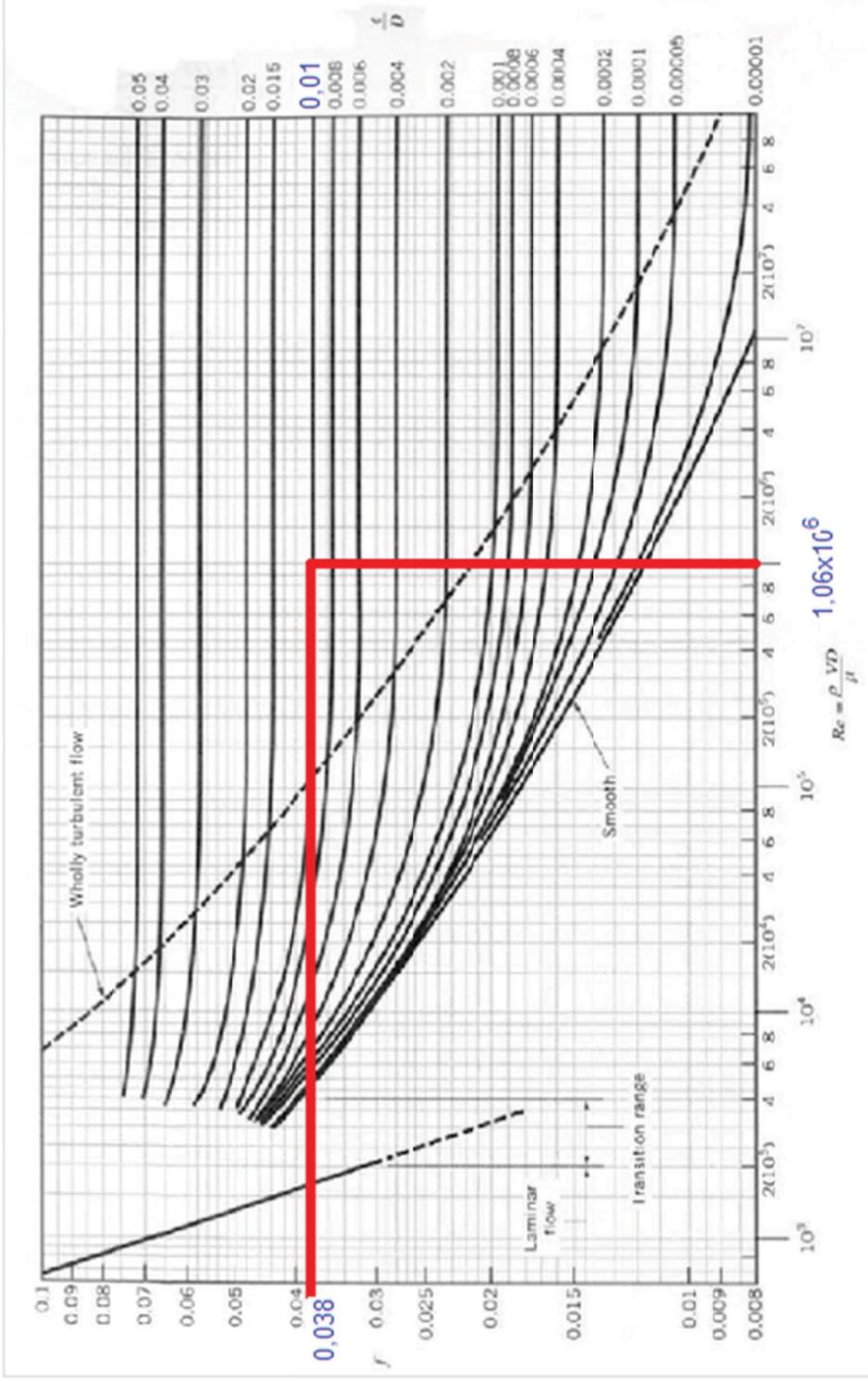


Modelo	A	B	ØC	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
<b>7/7</b>	<b>440</b>	<b>232</b>	<b>19</b>	<b>334</b>	<b>307</b>	<b>147</b>	<b>145</b>	<b>180</b>	<b>219</b>	<b>320</b>	<b>370</b>	<b>120</b>	<b>294</b>
9/9	530	300	19	334	380	184	180	218	260	392	491	150	380
10/10	580	333	19	430	420	201	213	247	286	442	512	180	400
12/12	625	396	25.4	430	493	229	240	293	341	524	629	203	485
15/15	700	473	25.4	507	573	267	270	343	403	613	731	245	570
18/18	790	556	25.4	590	685	314	290	418	479	743	881	300	680

Medidas en mm.

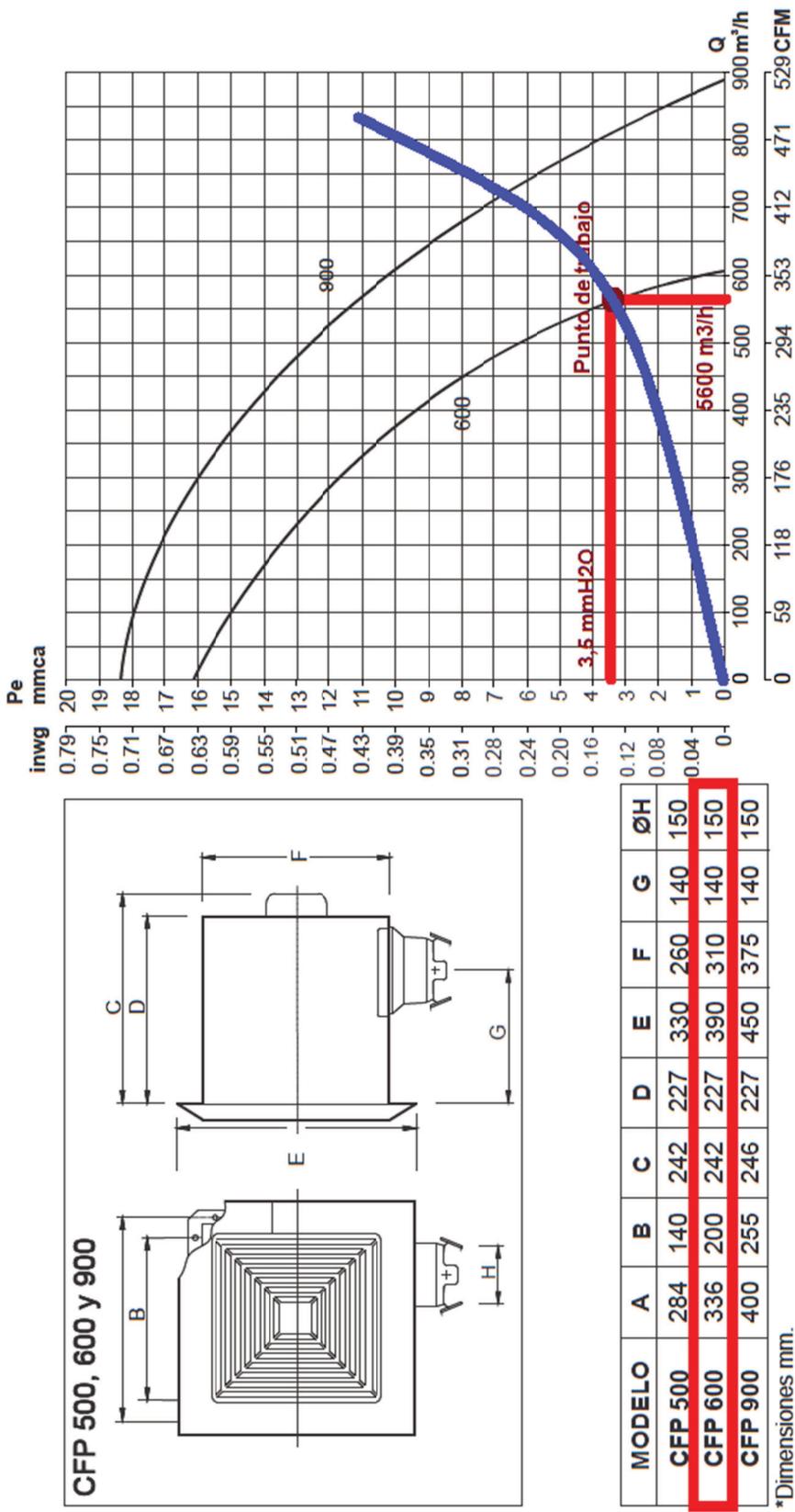
<sup>7</sup>Soler & Palau; Ventilation Group; Catálogo S&P 2012; Productos Multicurvas; Pág: 443

Anexo 4.8 Dimensiones del equipo de ventilación mecánica<sup>8</sup>



<sup>8</sup>Miliarium.com; Ingeniería Civil y Medio Ambiente; Cálculo de pérdidas de carga en tuberías

Anexo 4.9 Dimensiones del equipo de ventilación mecánica<sup>9</sup>



**Se elige un CFP 600**

<sup>9</sup>Soler & Palau; Ventilation Group; Catálogo S&P 2012; Productos Multicurvas; Pág: 13

## **ANEXO 5**

## Anexo 5.1 Costo y características de pintura epóxica <sup>1</sup>

### MONTOEPOX SUELOS GRIS SANITARIO + CATALIZADOR



Código: M2165-23.6K

**Descripción:** Revestimiento epóxico de dos componentes, continuo, antipolvo y antonivelante.

Color:



Nombre: Gris

Código: 2165

**Presentación:** 20 Litros (Caneca)

**Peso:** 20.03Kg

**Precio:** 372.70 USD (Incluye IVA)

[Ver Producto](#)

[Características](#)

[Especificaciones](#)

[Ficha Técnica](#)

Epoxi 100% sólidos, sin olor, excelente dureza y resistencia al desgaste, máximas exigencias para industria y decoración. Mezclable con áridos para preparar morteros. Ideal para la obtención de pavimentos continuos. Posibilidad de obtener suelos continuos. Uso interior.

Rendimiento aprox. por mano: 6-9 m<sup>2</sup> / l. en función de color y grosor de la capa.

## CARACTERISTICAS TECNICAS

Naturaleza: Epoxídica catalizada

Sistema: Bicomponente.

Montoepon Aqua Suelo : Epoxídicas pigmentadas.

Catalizador Montoepon : Translúcido (compuestos amínicos).

Relación de mezcla: 4 : 1 en peso.

Tiempo de vida de la mezcla: 60 minutos

Acabado: Liso.

Brillo de la mezcla aplicada: Satinado

Colores: Rojo 152, Verde 128, Gris Medio 179 y colores de la Carta Tratamiento de Suelos.

Pigmentos: Bióxido de titanio rutilo, inorgánicos y orgánicos de alta solidez.

Peso espec. ASTM D- 1475- 90 de la mezcla (valor promedio variable en función del color): 1,34 ± 0,05 Kg/l.

Rendimiento aprox. por mano: 6-9 m<sup>2</sup> / l. en función de color y grosor de la capa.

Secado (20° C HR: 60%): al tacto 1-3 h.

Repintado (20° C HR: 60%): 12 a 24 horas.

Transitable (20° C HR: 60%): 48 horas

Total 20° C HR: 60%): Curado 7 días.

De acuerdo al rendimiento aproximado por mano (6-9m<sup>2</sup>/lt) y teniendo una área a ser pintada de 350,30 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto se debe **adquirir 40 litros** de este tipo de pintura

<sup>1</sup>[http://www.pintulac.com.ec/producto\\_grupo\\_detalle.php?codigo=12952&categ=4&subcateg=2](http://www.pintulac.com.ec/producto_grupo_detalle.php?codigo=12952&categ=4&subcateg=2)

## Anexo 5.2 Proforma de equipos y materiales para sistema de extracción<sup>2</sup>



### PROFORMA ACR-1310031

Quito, 03 de Abril de 2013

Cliente: Sebastian Lascano

Atención:

Teléfono:

Email: [diegol-zn@hotmail.com](mailto:diegol-zn@hotmail.com)

Referencia:

La presente tiene por objeto poner a su consideración nuestra oferta por la venta de equipos de ventilación mecánica en la ciudad de Quito

#### 1. ALCANCE DE LA OFERTA

CANT	UNID	DETALLE	VALOR U EQUIPO	VALOR TOTAL
<b>EQUIPOS</b>				
1	u	Equipo de Ventilación Mecánica Tipo: DA 7/7 Marca: Soler & Palau Servicio eléctrico: 220V/1f/60 Hz	\$ 288,00	\$ 288,00
1	u	Extractor de Falso Plafón Tipo: CFP 600 Marca: Soler & Palau Servicio eléctrico: 220V/1f/60 Hz	\$ 331,00	\$ 331,00
<b>MATERIALES</b>				
1	u	Codo 90°, cara 8", lomo 8" en lamina de tol galvanizado según norma SMACNA	\$ 15,00	\$ 15,00
2	u	Ducto recto de tol galvanizado bajo norma SMACNA Incluye 4 grapas L y 4 grapas s	\$ 45,00	\$ 90,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 724,00</b>

Los valores no incluyen IVA

<sup>2</sup>MEGAFRIOSIA - ACR PROYECTOS, AV. 10 de Agosto N39-235 C.C. la Y, Local 14



**2. LA OFERTA NO INCLUYE:**

Obra civil, perforación en paredes, lozas ó resane de las mismas  
Campana de extracción  
Bandas poleas, filtros y caja para DA 7/7  
Acometida eléctrica y su respectiva protección.  
Trabajos y materiales no indicados en esta oferta.  
IVA

**3. FORMA DE PAGO:**

60% Anticipo, Saldo contra entrega

**4. PLAZO DE ENTREGA:**

Equipos: En stock, salvo venta previa.

**5. VALIDEZ DE LA OFERTA:**

30 días

**6. GARANTÍAS.**

ACR garantiza el normal funcionamiento de los equipos, partes, piezas por un periodo de doce (12) meses bajo optimas condiciones condiciones de instalación buen uso y mantenimiento de los sistemas.  
Se recomienda el mantenimiento preventivo de los equipos cada tres meses.

**7. REPUESTOS.**

ACR está en capacidad de suministrar los repuestos y accesorios para el buen funcionamiento de los equipos en forma ágil a precios de mercado a través de nuestros almacenes.

Esperando que esta oferta sea de su aceptación, cualquier duda o consulta, solicitamos nos hagan saber en el menor tiempo posible con el objeto de realizar cualquier aclaración de manera inmediata.

Atentamente,

Ing. Guillermo Bravo  
JEFE ING.&PROYECTOS

Ing. Luis Chicaiza Yáñez  
ING. & PROYECTOS

## Anexo 5.3 Proforma, Avisos de seguridad industrial<sup>3</sup>



**ECUAMEDIA**  
**RAUL GONZALEZ**  
 RUC 0912124682001

Franco Davila 423 y Lorenzo de Gariboa  
 Guayaquil  
 Teléfono: 0991829284  
[ecuamedia@gmail.com](mailto:ecuamedia@gmail.com)  
[www.ecuamedia.net](http://www.ecuamedia.net)

**PROFORMA**

FECHA: 03/04/2013  
 Nº DE PROFORMA: 357

PARA: Escuela Politécnica

PROFORMA A: David Israel Quispe

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P.UNIT	VALOR
<b>SEÑALES DE ADVERTENCIA</b>			
Peligro de ruido 20X30	6	\$ 6,00	\$ 36,00
Riesgo de atmósferas explosivas 20X30	7	\$ 6,00	\$ 42,00
Materias nocivas o irritantes 20X30	13	\$ 6,00	\$ 78,00
Riesgo de tropezar 20X30	17	\$ 6,00	\$ 102,00
Riesgo eléctrico 20X30	5	\$ 6,00	\$ 30,00
Peligro de atrapamiento maquinas 20X30	5	\$ 6,00	\$ 30,00
Riesgo de explosión 20X30	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Peligro de atrapamientos cizallas 20X30	6	\$ 6,00	\$ 36,00
<b>SEÑALES DE OBLIGATORIEDAD</b>			
Obligación de usar protectores auditivos tapones 20X30	13	\$ 6,00	\$ 78,00
Obligación de usar mascarilla 20X30	17	\$ 6,00	\$ 102,00
Obligación de usar calzado de seguridad 20X30	6	\$ 6,00	\$ 36,00
Obligación de usar protectores auditivos orejeras 20X30	7	\$ 6,00	\$ 42,00
Obligación mantener orden y limpieza 20X30	7	\$ 6,00	\$ 42,00
Obligación de usar guantes 20X30	12	\$ 6,00	\$ 72,00
Obligación de usar protección facial 20X30	5	\$ 6,00	\$ 30,00

<sup>3</sup> ECUAMEDIA, Señalización, Seguridad Industrial; Guayas – Ecuador. Telf: 039145660; Correo electrónico: [ecuamedia@gmail.com](mailto:ecuamedia@gmail.com)

Obligación de usar mascarara de soldar 20X30	9	\$	6,00	\$	54,00
Obligación de usar ropa de trabajo 20X30	20	\$	6,00	\$	120,00
Levantamiento y baje peso con las piernas no con la cintura 20X30	3	\$	6,00	\$	18,00
Obligación usar protección ocular 20X30	2	\$	6,00	\$	12,00
<b>Señales de Prohibición</b>					
Solo personal autorizado 20X30	2	\$	6,00	\$	12,00
No tirar del cable 20X30	12	\$	6,00	\$	72,00
Prohibido fumar 20X30	7	\$	6,00	\$	42,00
Alta tensión prohibido tocar 20X30	2	\$	6,00	\$	12,00
Una persona por maquina 20X30	6	\$	6,00	\$	36,00
Prohibido comer y beber 20X30	6	\$	6,00	\$	36,00
No utilizar teléfonos móviles 20X30	4	\$	6,00	\$	24,00
<b>Señales de incendios</b>					
Extintor 20X30	7	\$	6,00	\$	42,00
<b>Señales de evacuación</b>					
Salida de emergencia 20X30	2	\$	6,00	\$	12,00
Flechas de salida 20X30	2	\$	6,00	\$	12,00
<b>GARANTIA 1 AÑO</b>					
<b>Tiempo de Entrega: 5 Dias.</b>					
<b>Forma de Pago: 50% Anticipo con la orden de trabajo y saldo contra entrega.</b>					
SUBTOTAL					\$ 1.286,00
% APLICADO					12,00%
IMPUESTO SOBRE VENTAS					\$ 151,92
OTROS					-
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 1.417,92</b>

Extienda todos los cheques a favor de RAUL GONZALEZ; tiene alguna pregunta acerca de esta proforma, póngase en contacto con Raúl González, 061826294, ecuamedia@gmail.com

**GRACIAS POR CONFIAR EN NOSOTROS**

## Anexo 5.4 Proforma, Extintores, Cerradura antipánico y extintores <sup>4</sup>

COMERCIAL KYWI S.A.  
RUC 1790041220001

Matriz : AV. 10 DE AGOSTO N24-59 Y LUIS CORDERO  
QUITO Telf: 023987900

Telf: 002221832 002221833

AUTOIMPRESORES AUTORIZACION S.R.I. 1112210587 DEL 18/ENE/2013  
CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL. SRI 5368

PROFORMA DOLARES  
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

Senor(es): SR DIEGO LASCANO  
Codigo: 888885-000000  
Direccion: S/N  
Ciudad: QUITO

Telf. :

RUC : 1803699287  
Vend: JOSE GUALSAQUI  
Fecha de Emision 03/ABR/2013

PAG. 1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.UNITARIO	TOTAL
267449	PLANCHA POLICARB P3 2.44X0.81 CRISTAL	2	\$16,991071	\$33,98
440469	CERRADURA ANTIPANICO CAFE	1	\$119,830357	\$119,83
584835	EXTINTOR 4,5KG CO2 BC TRITON	5	\$63,571429	\$317,86



SUBTOTAL	\$471,67
DESCUENTO Tarifa 12	\$0,00
DESCUENTO Tarifa 0	\$0,00
TOTAL	\$471,67

Vta.tarifa 12	Vta.tarifa 0	Total Vta.Neta	IVA Tar. 12	IVA Tar. 0	TOTAL A PAGAR
\$471,67	\$0,00	\$471,67	\$56,60	\$0,00	\$528,27

Esta proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.  
En el caso de existir cambios de precios por nuestros proveedores y/o modificaciones cambiarias  
oficiales que afecten al costo de la mercadería, nos veremos obligados a actualizar precios en el  
momento de la facturación previo su conocimiento.

Los precios unitarios de esta proforma \*\* NO incluyen I.V.A. \*\*  
QUITO , 03 de ABR 2013

SR DIEGO LASCANO

Ident: 15911

FIRMA : \_\_\_\_\_  
ESTABLECIMIENTO

FIRMA : \_\_\_\_\_  
CLIENTE

<sup>4</sup>Comercial KYWI S.A; Av. 10 de Agosto N24-59 y Luis Cordero, Telf: 023987900

## Anexo 5.5 Proforma, Pintura de señalización<sup>5</sup>

### Proforma No. 10993

CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolución 9170104 PCGR - 0590 S.R.I. 08-Nov-2004

Cliente: 7839 CONSUMIDOR FINAL

RUC: 00000000

Representante: . .

Fecha: 03/04/2013

Entregar en: QUITO .

Teléfono: .

Asesor: José René Betancourt

SEF

Observación: VALIDEZ 8 DIAS

Código	Descripción	Cantid.	Precio	Descuentos			Total
				%	%	%	
S100-GL	PINT. TRAFICO ALQUID. BCO. 4LT. SHERW	1	20.33	0.00	0.00	0.00	20.33
S415-GL	PINT. TRAFICO ALQUID. AMAR. 4LT. SHER	1	20.33	0.00	0.00	0.00	20.33

SON: Cuarenta y cinco con 54/100 dólares americanos

Subtotal: 40.66

Descuento: 0.00

Efectivo \$ 45.54

Venta Neta: 40.66

IVA: 4.88

Cargo: 0

A Pagar: 45.54

<sup>5</sup>Fabricado en Ecuador por: Fábrica Nacional de Pinturas FANAPISA S.A;  
Correo electrónico: pintulac-online@outlook.com



**Especificaciones Técnicas.**  
**Promar Traffic Marking Paint (IPT).**

<b>INFORMACIÓN SOBRE EL PRODUCTO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO</b>	<b>USOS RECOMENDADOS</b>
 <p>PINTURA PARA TRAFICO de SHERWIN WILLIAMS está formulada con resinas Alquídicas de alta calidad y plastificantes especiales que le confieren máxima durabilidad y resistencia a la fricción. Es una pintura de secado rápido que ofrece excelente visibilidad a las demarcaciones y/o señales hechas con ella. Disponible en tres colores básicos que son: blanco, negro y amarillo; los cuales están de acuerdo al Comité de Vías Públicas de los Estados Unidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfaltos (curados)</li> <li>• Superficies de hierro</li> <li>• Parqueaderos</li> <li>• Acero</li> <li>• Concreto</li> <li>• Edificaciones industriales</li> <li>• Carreteras</li> <li>• Cubiertas de barcos</li> <li>• Campos deportivos</li> <li>• Escaleras-Pasarelas</li> <li>• Demarcaciones especiales</li> </ul>
<b>CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO</b>	
<p>Color: Blanco, Amarillo, Negro y Tanagerina Acabado: Mate Rendimiento Teórico: 14 m<sup>2</sup>/ gl. (7 mils secos). <i>Sin considerar pérdidas de aplicación del producto y dependiendo de la forma y porosidad de la superficie.</i> Vida útil en stock: 12 meses Sólidos por Peso: 73 % +/- 2 (según sea color). Sólidos en Volumen: 52 % +/- 2 (según sea color). Espesor Recomendado: 7.5 mils secos (para pintura no reflectiva) y 10 mils secos (para pintura reflectiva). Prueba de Abrasión Húmeda a 7 días de Curado. Punto Inicial: 1056 ciclos aprox. Punto Final: 1216 ciclos aprox. Condiciones de almacenamiento Entre 20 °C y 30 °C en un lugar seco y ventilado. El envase debe permanecer cerrado.</p>	<p><b>TIEMPO DE SECADO (25°C y 50% de Humedad Relativa).</b></p> <p>Tacto: 5 – 10 min. Libre de Huellas: 15 – 20 min. Repinte: 30 min. Reducción: 12% con Solvente Plus. Limpieza: Solvente Plus.</p>
<b>FUNCIONABILIDAD</b>	<b>PRAPARACIÓN DE SUPERFICIE.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido secado.</li> <li>• Alta visibilidad.</li> <li>• Puede hacerse reflectiva (adicionando micro esferas de vidrio).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La superficie a pintar debe estar seca y libre de polvo, grasas, aceites y pinturas viejas en mala condición.</li> <li>• La contaminación química debe removerse lavándose con agua u otros materiales dependiendo de su concentración y tipo.</li> </ul>