



Facultad de  
**Ingeniería**  
Universidad Nacional de Mar del Plata

**“Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo en  
un Establecimiento donde se Fabrican  
Máquinas Empacadoras”**

**Autor: Ingeniero Mecánico Leonardo Ruedaz**

**“Trabajo Final de la Carrera Especialista en  
Higiene y Seguridad en el Trabajo”**

**Facultad de Ingeniería**

**Universidad Nacional de Mar del Plata**

**Lugar y Fecha: Mar del Plata, Diciembre 2021**



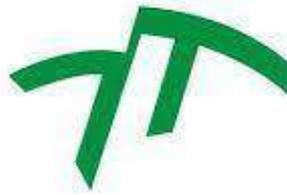
RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Facultad de  
**Ingeniería**  
Universidad Nacional de Mar del Plata

**“Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo en  
un Establecimiento donde se Fabrican  
Máquinas Empacadoras”**

**Autor: Ingeniero Mecánico Leonardo Ruedaz**

**“Trabajo Final de la Carrera Especialista en  
Higiene y Seguridad en el Trabajo”**

**Facultad de Ingeniería**

**Universidad Nacional de Mar del Plata**

**Lugar y Fecha: Mar del Plata, Diciembre 2021**

# “Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo en un Establecimiento donde se Fabrican Máquinas Empacadoras”

➤ Autor

Ingeniero Mecánico Leonardo Ruedaz

➤ Directora

Ingeniera Maria Clara Pinto

Ingeniera Química / Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo

Profesora de la materia: Fisiología Ambiental y del Trabajo

➤ Evaluadores:

Ingeniero Leonardo Bandera

Especialista en Higiene y Seguridad en el trabajo

Coordinador de la Carrera de Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo

---

Licenciada Marcela Pellegrino

Especialista en Higiene y Seguridad en el trabajo

Profesora de la materia: Fisiología Ambiental y del Trabajo

## ÍNDICE

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Proceso de evaluación de riesgos .....	6
2.2 Metodología para identificar los puestos críticos.....	6
2.3 Factores tecnológicos y de infraestructura .....	7
2.3.1 Identificación de los factores tecnológicos y de infraestructura .....	7
2.4 Factores físicos .....	7
2.4.1 Evaluación de ruidos .....	8
2.4.2 Evaluación de la iluminación .....	9
2.4.3 Evaluación de la ventilación .....	12
2.4.3.1 Proyección de campanas para el control de cubas abiertas .....	12
2.4.3.2 Proyección de campanas suspendidas de tres laterales abiertos.....	13
2.4.3.3 Diseño de conductos de sistemas de ventilación localizada por extracción por el método de equilibrio por diseño.....	14
2.5 Factores ergonómicos.....	20
2.5.1 Evaluación de las posturas forzadas.....	21
2.5.2 Evaluación del descenso y levantamiento manual de cargas .....	29
2.6 Factores químicos .....	32
2.6.1 Evaluación de los factores químicos.....	33
2.7 Evaluación de riesgos laborales .....	34
3. DESARROLLO.....	37
3.1 Determinación de los puestos críticos .....	37
3.2 Sector de Ajuste .....	37
3.2.1 Riegos en el sector de ajuste .....	37
3.2.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el puesto de ajuste .....	38

## INTRODUCCIÓN

3.2.3 Evaluación de los factores físicos en el puesto de ajuste .....	40
3.2.3.1 Evaluación de ruidos en el puesto de ajuste.....	40
3.2.3.2 Evaluación de la iluminación en el puesto de ajuste.....	40
3.2.4 Evaluación de factores ergonómicos en el puesto de ajuste .....	43
3.2.4.1 Evaluación de carga postural al pulir con polea el caño de bajada.....	43
3.2.5 Evaluación de los factores químicos en el puesto de ajuste .....	46
3.2.6 .....	47
Evaluación de riesgos en el sector de ajuste mediante la matriz IPERC.....	47
3.2.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el área de ajuste.....	47
3.2.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo A1 y su costo .....	47
3.2.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo A2 y su costo .....	48
3.2.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo A3 y su costo .....	48
3.2.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo A4 y su costo .....	49
3.2.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo A5 y su costo .....	49
3.2.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo A6 y su costo .....	50
3.2.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo A7 y su costo .....	51
3.2.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo A8 y su costo .....	51
3.2.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo A9 y su costo .....	51
3.2.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo A10 y su costo .....	52
3.3 Puesto de herrería.....	52
3.3.1 Riegos en el sector de herrería .....	52
3.3.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de herrería .....	53
3.3.3 Evaluación de los factores físicos en el puesto de herrería .....	55
3.3.3.1 Evaluación de ruidos en el puesto de herrería.....	55
3.3.3.2 Evaluación de la iluminación en el puesto de herrería .....	55
3.3.4 Evaluación de la emanación de gases y vapores en el puesto de herrería.....	58
3.3.5 Evaluación de los factores químicos en el sector de herrería .....	60
3.3.6 .....	61

Evaluación de riesgos en el sector de herrería mediante la matriz IPERC.....	61
3.3.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el área de herrería.....	61
3.3.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo H1 y su costo .....	61
3.3.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo H2 y su costo .....	62
3.3.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo H3 y su costo .....	63
3.3.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo H4 y su costo .....	64
3.3.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo H5 y su costo .....	65
3.3.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo H6 y su costo .....	66
3.3.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo H7 y su costo .....	67
3.3.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo H8 y su costo .....	67
3.3.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo H9 y su costo .....	68
3.3.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo H10 y su costo .....	69
3.3.7.11 Propuesta de mejora para el riesgo H11 y su costo .....	69
3.4 Puesto de acabado superficial .....	69
3.4.1 Riegos en el sector de acabado superficial .....	69
3.4.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de acabado superficial .....	70
3.4.3 Evaluación de los factores físicos en el sector de acabado superficial.....	71
3.4.3.1 Evaluación de superficies calientes en el sector de acabado superficial .....	71
3.4.3.2 Evaluación de ruidos en el sector de acabado superficial .....	71
3.4.3.3 Evaluación de la iluminación en el sector de acabado superficial.....	72
3.4.4 Factores ergonómicos en el puesto de acabado superficial .....	74
3.4.4.1 Evaluación del levantamiento manual de cargas en el sector de acabado superficial .....	74
3.4.5 Factores químicos en el sector de acabado superficial.....	75
3.4.5.1 Evaluación de sustancias químicas en el aire en el sector de acabado superficial .....	75
3.4.5.2 Evaluación de la manipulación de sustancias químicas en el sector de acabado superficial .....	77

3.4.6 Evaluación de riesgos en el sector de acabado superficial mediante la matriz IPERC .....	77
3.4.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el sector de acabado superficial .....	77
3.4.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo AS1 y su costo .....	78
3.4.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo AS2 y su costo .....	78
3.4.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo AS3 y su costo .....	78
3.4.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo AS4 y su costo .....	79
3.4.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo AS5 y su costo .....	79
3.4.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo AS6 y su costo .....	80
3.4.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo AS7 y su costo .....	80
.....	80
3.4.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo AS8 y su costo .....	80
3.4.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo AS9 y su costo .....	80
3.4.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo AS10 y su costo .....	81
3.5 Evaluación de los riesgos e implementación de un plan de acción .....	82
3.6 Análisis económico global de las mejoras propuestas .....	83
4. CONCLUSIÓN .....	85
5. BIBLIOGRAFÍA .....	86
6. ANEXO .....	88

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I - Valores límite para el ruido .....	9
Tabla II - Intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual .....	11
Tabla III - Valores recomendados para velocidades de control .....	13
Tabla IV - Puntuaciones del brazo del método RULA .....	23
Tabla V - Modificación de las puntuaciones del brazo del método RULA .....	23
Tabla VI - Puntuaciones del antebrazo del método RULA .....	23
Tabla VII - Modificación de las puntuaciones del antebrazo del método RULA .....	24
Tabla VIII - Puntuaciones de la muñeca del método RULA .....	24
Tabla IX - Modificación de las puntuaciones de la muñeca del método RULA .....	24

### INTRODUCCIÓN

Tabla X - Puntuaciones del giro de la muñeca del método RULA.....	25
Tabla XI - Puntuaciones del cuello del método RULA .....	25
Tabla XII - Modificación de las puntuaciones del cuello del método RULA.....	25
Tabla XIII - Puntuaciones del tronco del método RULA.....	26
Tabla XIV - Modificación de las puntuaciones del tronco del método RULA .....	26
Tabla XV - Puntuaciones de las piernas del método RULA.....	27
Tabla XVI - Puntuación global para los miembros del Grupo A del método RULA.....	27
Tabla XVII - Puntuación global para los miembros del Grupo B del método RULA.....	28
Tabla XVIII - Influencia en función de la actividad muscular del método RULA.....	28
Tabla XIX - Influencia en función de la fuerza aplicada del método RULA .....	28
Tabla XX - Puntuación final del método RULA.....	29
Tabla XXI - Nivel de actuación del método RULA.....	29
Tabla XXII - Valores límites para el LMC para tareas > 2 horas al día con > 30 y ≤ 360 levantamientos / hora.....	31
Tabla XXIII - Matriz del método general .....	34
Tabla XXIV - Tabla para establecer el plan de acción .....	36
Tabla XXV - Estadística de accidentes documentada .....	37
Tabla XXVI - Relación riesgos-peligros en el sector de ajuste .....	38
Tabla XXVII - Puntuación global del Grupo A .....	45
Tabla XXVIII - Puntuación global del Grupo B .....	45
Tabla XXIX - Propuestas para el riesgo A1 y su costo .....	48
Tabla XXX - Propuestas para el riesgo A2 y su costo .....	48
Tabla XXXI - Propuestas para el riesgo A3 y su costo .....	49
Tabla XXXII – Propuestas para el riesgo A4 y su costo .....	49
Tabla XXXIII - Propuestas para el riesgo A6 y su costo.....	51
Tabla XXXIV - Propuestas para el riesgo A7 y su costo.....	51
Tabla XXXV - Propuestas para el riesgo A9 y su costo.....	52
Tabla XXXVI - Relación riesgos-peligros en el sector de herrería.....	53
Tabla XXXVII – Parámetros del cálculo de las pérdidas en los conductos .....	60

## INTRODUCCIÓN

Tabla XXXVIII - Parámetros significativos conductos de ventilación .....	60
Tabla XXXIX - Propuestas para el riesgo H1 y su costo .....	62
Tabla XL - Propuestas para el riesgo H2 y su costo .....	63
Tabla XLI - Propuestas para el riesgo H3 y su costo .....	64
Tabla XLII - Propuestas para el riesgo H4 y su costo .....	65
Tabla XLIII - Propuestas para el riesgo H5 y su costo .....	66
Tabla XLIV - Propuestas para el riesgo H6 y su costo .....	67
Tabla XLV - Propuestas para el riesgo H7 y su costo .....	67
Tabla XLVI - Propuestas para el riesgo H8 y su costo .....	68
Tabla XLVII - Propuestas para el riesgo H9 y su costo .....	69
Tabla XLVIII - Relación riesgos-peligros en el sector de tratamientos de acabado superficial .....	70
Tabla XLIX - Propuestas para el riesgo AS1 y su costo .....	78
Tabla L - Propuestas para el riesgo AS2 y su costo .....	78
Tabla LI - Propuestas para el riesgo AS3 y su costo .....	79
Tabla LII - Propuestas para el riesgo AS4 y su costo .....	79
Tabla LIII - Propuestas para el riesgo AS5 y su costo .....	80
Tabla LIV - Propuestas para el riesgo AS8 y su costo .....	80
Tabla LV - Propuestas para el riesgo AS9 y su costo .....	81
Tabla LVI - Propuestas para el riesgo AS10 y su costo .....	82
Tabla LVII - Plan de acción para implementar las mejoras .....	83

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I - Diagrama de flujo del proceso.....	3
Figura II - Plano del sector de ajuste .....	4
Figura III - Plano del sector de herrería .....	4
Figura IV - Plano del sector de acabado superficial.....	4
Figura V - Pasos para la evaluación del riesgo .....	6
Figura VI - Campana de extracción lateral .....	12
Figura VII - Campana suspendida de tres laterales abiertos .....	14
Figura VIII - Velocidades recomendadas para el diseño de conductos.....	15

### INTRODUCCIÓN

Figura IX - Valor de k .....	16
Figura X - Valor de kent .....	17
Figura XI - Esquema de obtención de puntuaciones del método RULA .....	22
Figura XII - Esquema de posiciones del brazo del método RULA.....	22
Figura XIII - Esquema de posiciones del antebrazo del método RULA.....	23
Figura XIV - Esquema de posiciones de la muñeca del método RULA .....	24
Figura XV - Esquema de posiciones del giro de la muñeca del método RULA .....	24
Figura XVI - Esquema de posiciones del cuello del método RULA .....	25
Figura XVII - Esquema de posiciones del tronco del método RULA .....	26
Figura XVIII - Esquema de posiciones de las piernas del método RULA.....	26
Figura XIX - Variables del LMC .....	32
Figura XX - Matriz IPERC .....	36
Figura XXI - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de ajuste.....	41
Figura XXII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de ajuste.....	42
Figura XXIII - Puntuación final .....	46
Figura XXIV – Matriz IPERC del sector de ajuste .....	47
Figura XXV - Disposición propuesta para el riesgo A6 .....	50
Figura XXVI - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de herrería .....	56
Figura XXVII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de herrería .....	57
Figura XXVIII - Dimensiones de los bancos de trabajo y las campanas del sector de herrería .....	58
Figura XXIX - Esquema del tendido de conductos.....	59
Figura XXX – Matriz IPERC del sector de herrería .....	61
Figura XXXI - Disposición propuesta para el riesgo H6 .....	66
Figura XXXII - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de acabado superficial .....	73
Figura XXXIII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de ajuste .....	73
Figura XXXIV - Dimensiones de las cubas.....	76
Figura XXXV – Matriz IPERC del sector de acabado superficial.....	77
Figura XXXVI - Costos de las mejoras en porcentaje del total .....	84

## INTRODUCCIÓN

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 - Máquina empacadora.....	2
Foto 2 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de ajuste .....	40
Foto 3 - Caño de bajada .....	43
Foto 4 - Ángulos del Grupo A .....	44
Foto 5 - Ángulos del Grupo B .....	45
Foto 6 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de herrería.....	55
Foto 7 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de acabado superficial .....	71
Foto 8 - LMC en acabado superficial.....	75
Foto 9 - Sistema de impulsión/aspiración.....	76

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 – Índice de accidentabilidad.....	7
Ecuación 2 – Dosis de ruido.....	9
Ecuación 3 – Índice de local.....	10
Ecuación 4 – Número mínimo de puntos de medición.....	10
Ecuación 5 – Iluminancia media.....	10
Ecuación 6 – Uniformidad de la iluminancia.....	10
Ecuación 7 – Caudal de campana de tres laterales.....	13
Ecuación 8 – Diámetro del conducto.....	15
Ecuación 9 – Velocidad real.....	15
Ecuación 10 – Pérdidas por fricción.....	15
Ecuación 11 – Pérdida de carga por unidad de longitud.....	15
Ecuación 12 – Pérdidas localizadas por accesorios.....	16
Ecuación 13 – Altura de presión dinámica.....	16
Ecuación 14 – Pérdidas por entrada.....	17
Ecuación 15 – Pérdida de altura de presión estática total.....	17
Ecuación 16– Pérdida de presión estática total del ramal i.....	17

## INTRODUCCIÓN

Ecuación 17 – Igualdad entre las pérdidas de presión estática total de ambos ramales.....	18
Ecuación 18– Comparación de las pérdidas de presión estática total de ambos ramales....	18
Ecuación 19 – Caudal para equilibrar las pérdidas en los ramales.....	18
Ecuación 20– Diámetro para equilibrar las pérdidas en los ramales.....	19
Ecuación 21– Altura de presión dinámica a la salida del nudo.....	19
Ecuación 22 – Velocidad del aire a la salida del nudo.....	19
Ecuación 23 – Diámetro del conducto troncal.....	20
Ecuación 24 – Potencia del ventilador.....	20
Ecuación 25 – Altura de presión total entregada por el ventilador.....	20

## ANEXO

Figura I – Protocolo de medición de ruido.....	88
Figura II - Protocolo de medición de iluminación.....	88
Figura III - Planillas del protocolo de ergonomía de la tarea de ajuste.....	89
Figura IV - Planillas del protocolo de ergonomía de la tarea de acabado superficial.....	90
Figura V - Protocolo de medición de sustancias químicas.....	91
Foto 1 – Decibelímetro CRIFFER, Modelo OCTAVA.....	88
Foto 2 - Luxómetro SPER SCIENTIFIC, Modelo 840022.....	88
Foto 3 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en ajuste.....	91
Foto 4 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en herrería.....	91
Foto 5 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en acabado superficial.....	91

### TABLA DE SIGLAS

a	Dimensión de la campana suspendida perpendicular a la pared
Ai	Riesgo i en el sector de ajuste
ASi	Riesgo i en el sector de acabado superficial
b	Dimensión perpendicular a la ranura de aspiración
Ci	Nivel sonoro i
CMP	Concentración máxima permisible
CMP-C	Concentración máxima permisible - Valor techo
CMP-CPT	Concentración máxima permisible para cortos períodos de
Dc	Diámetro comercial de los ramales
Dt	Diámetro del conducto troncal
Dtc	Diámetro comercial del conducto troncal
E Media	Iluminancia media
E Mínima	Iluminancia mínima
EPP	Elementos de protección personal
g	Aceleración de la gravedad
h	Distancia entre la campana y el banco de trabajo de herrería
hD	Altura de presión dinámica
hDD	Presión dinámica disponible a la salida del nudo
hEe	Altura de presión estática total acumulada en la sección de entrada del ventilador
hEs	Altura de presión estática en el conducto que vincula el ventilador con la atmosfera
hDe	altura de presión dinámica en el troncal conectado a la entrada del ventilador y calculada con la velocidad real en dicho troncal
hDs	Altura de presión dinámica en el troncal conectado a la entrada del ventilador y calculada con la velocidad real en dicho troncal
h1	Pérdidas por fricción en tramos rectos de conducto
h2	Pérdidas localizadas por accesorios
h3	Pérdidas por entrada
htv	Altura de presión total entregada por el ventilador
$\sum h$	Pérdida de altura de presión estática total
$\sum h_{ac}$	Pérdida de presión estática total acumulada
$\sum h_T$	Pérdida de presión estática total
$\sum h_F$	Pérdida de presión estática total fija
$\sum h_V$	Pérdida de presión estática total variable
Hi	Riesgo i en el sector de herrería
l	Dimensión paralela a la ranura de aspiración
la	Índice de accidentabilidad
IPERC	Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos, medidas de control y determinación de acciones de mejora
j	Pérdida de carga por unidad de longitud
k	Factor de pérdida
kent	Factor de pérdida de entrada
L	Dimensión de la campana suspendida paralela a la pared
LMC	Levantamiento manual de cargas
LAeq,Te	Nivel sonoro continuo equivalente para 8 horas

### INTRODUCCIÓN

M	Longitud de tramo recto de conducto
Ni	Número de trabajadores en el puesto i
Pot	Potencia del ventilador
PTC	Puestos de Trabajo Críticos
Q	Caudal de extracción de la campana suspendida
Qt	Caudal del conducto troncal
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
SRT	Superintendencia de riesgos del trabajo
SST	Seguridad y Salud en el trabajo
Te	Tiempo de exposición de los trabajadores
TF	Trabajo Final
Ti	Tiempo de exposición al nivel sonoro i
TME	Trastornos musculo-esqueléticos
v	velocidad en el conducto
vr	Velocidad real en el conducto
vt	velocidad del aire a la salida del nudo
V	Velocidad de control de campanas suspendidas
x	Índice de local
Xi	Número de accidentes en el puesto i
Wi	Costo de las mejoras para minimizar los riesgos provocado por
WT	Costo total de las mejoras para minimizar los riesgos provocados por todos los factores

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo final es la realización de propuestas de mejoras concretas para reducir o eliminar factores de riesgo que puedan afectar a la salud y seguridad de los trabajadores, propuestas a las que se ha arribado luego de identificar y evaluar tres puestos de trabajo de una empresa metalmecánica en la que se fabrican maquinarias automáticas para la industria del empaque.

La realización del trabajo final estará basada en la evaluación de Las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo de tres puestos de trabajo en donde se hayan registrado más cantidad de accidentes. Estos puestos de trabajo representarán a los puestos con más accidentabilidad dentro de la empresa.

Desde luego, el trabajo final podrá ser utilizado por las autoridades de la empresa para tener un objetivo claro y estrategias bien definidas para impulsar mejoras y concientizar a la organización sobre las ventajas del mantenimiento del bienestar psicofísico de los trabajadores.

Los resultados de este análisis concluyen que tener un objetivo claro, estrategias y funciones definidas facilitan el trabajo de los empleados, manteniendo su bienestar psicofísico elevado. En cuanto al costo global de las propuestas de mejora, este no representa una suma significativa para una empresa, además, puede ser evitada la incursión en costos provocados por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que sin ninguna duda aumentan notablemente los costos de cualquier actividad productiva y representan para las empresas pérdidas de personas, tiempo, equipos y dinero.

Palabras clave: Seguridad y Salud de los Trabajadores; Propuestas de Mejoras; Industria Metalmecánica; Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo; Puestos con más Accidentabilidad; Identificación; Evaluación; Normativa Vigente.

## INTRODUCCIÓN

## ABSTRACT

The goal of this thesis is to make proposals to avoid or minimized the risk factors which could affect the health and safety of workers, these proposals will be made after identifying and evaluating three job positions of one metallurgical company where are made packaging machines.

In order to carry out this thesis will be evaluated the conditions and the environment in three job positions where the majority number of accidents have occurred. These positions are going to represent the critical ones.

Despite of this is a thesis, it could be used by the company authorities to lead the way to improve job conditions and to change mind of workers so that they could understand the importance of keeping their physical and mental health.

The results of these analysis conclude that a clear goal, strategies and a well-defined function make the activities easier, keeping their psychophysical wellness high. Regarding the proposals expense, this is not represent a high sum for a company, in addition, could be avoided expenses caused by accidents and occupational diseases which without doubts increase the costs of any productive activity in terms of time, equipment and money.

Key words: Occupational Health and Safety; Improvement Proposals; Metallurgical Company; Environment and Job Conditions; Critical Job Positions; To Identify, To Evaluate, Argentine Law.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se basa en la evaluación de las condiciones y medio ambiente de trabajo en tres puestos de trabajo de una empresa metalmecánica, donde se fabrican máquinas automáticas para empacar infusiones en saquitos y la misma está establecida en Mar del Plata desde el año 1976. Además, ofrece servicios de posventa para brindar asistencia técnica, capacitaciones y servicio de instalación de máquinas en el establecimiento del cliente.

El mismo está motivado, por el hecho de que, la empresa compone un grupo internacional que como parte de su cultura incluye el bienestar de todas las personas que forman parte de la organización.

La empresa se dedica al diseño y producción de máquinas empacadoras de infusiones en saquitos como la mostrada en la **Foto 1**. Los productos fabricados son máquinas empacadoras automáticas para confeccionar saquitos que pueden contener infusiones, en varios tamaños y para varios tipos de productos, entre los cuales están, té, café, yerba mate, hierbas medicinales, etcétera. Está establecida en Mar del Plata desde el año 1976.

Desde 2017, pasó a formar parte de un grupo internacional. Esta asociación brinda una mayor presencia global y los clientes cuentan con una oferta más amplia, basada en la experiencia conjunta y poniendo a su alcance la más alta tecnología en el empaque de infusiones para lograr el máximo desempeño y, al mismo tiempo, cumpliendo con exigentes normas de calidad.

La dotación está compuesta por 80 personas entre directivos, obreros y personal administrativo y los principios sobre los cuales está basada son:

- **Misión:** construir máquinas confiables y con la última tecnología.
- **Visión:** lograr la satisfacción total del cliente.
- **Valores:** compromiso con la calidad, el medio ambiente y las personas.

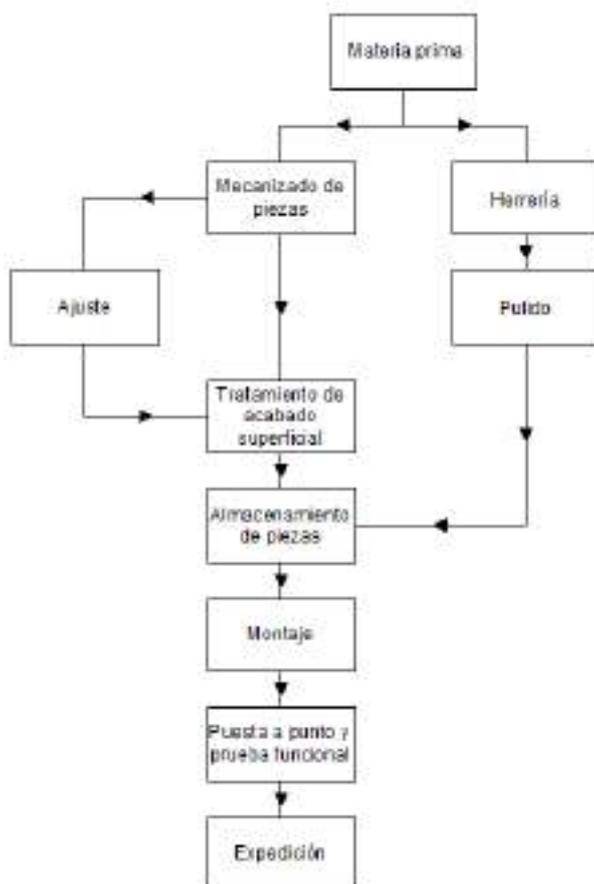


**Foto 1 - Máquina empacadora - Fuente: [https://imamaisa.com/?page\\_id=73](https://imamaisa.com/?page_id=73)**

A continuación, son descritos los distintos puestos de trabajo que forman parte del proceso productivo. En la **Figura I** es mostrado el diagrama de flujo del proceso.

- Materia prima: los materiales más ampliamente usados en la empresa son aleaciones de acero, aleaciones de aluminio, aleaciones de bronce, chapas de acero inoxidable y plásticos mecanizables, en varias medidas y tipos de perfiles. En este sector se reciben, clasifican y depositan los mismos y también se cortan para ser entregados con las longitudes adecuadas para el posterior proceso de mecanizado.
- Mecanizado de piezas: proceso mediante el cual se transforma la materia prima en partes que componen las máquinas empacadoras. En esta etapa se utilizan centros de mecanizado, tornos CNC, rectificadores, etcétera.
- Herrería: proceso de conformado de piezas a partir de chapas, que son generalmente plegadas y/o soldadas.
- Pulido: proceso mediante el cual se alisa, da lustre y tersura a un objeto, hasta dotarlo de una superficie satinada o brillante. En general, se pulen piezas fabricadas en acero inoxidable.
- Ajuste: proceso de acabado a mano de las piezas mecánicas según sus formas y dimensiones establecidas previamente en los croquis o planos y que provienen de los sectores de mecanizado de piezas o del área de herrería y que necesitan algún tipo de trabajo manual.

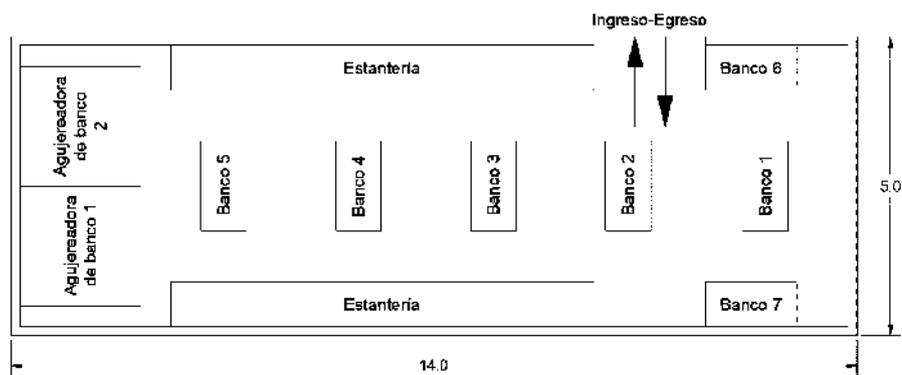
- Acabado superficial: el proceso de acabado es el tratamiento de las superficies que les otorga un aspecto uniforme y confiere a las piezas tratadas efectos estéticos especialmente interesantes, asimismo, resistencia a la corrosión.
- Almacenamiento de piezas: depósito para almacenar las piezas terminadas.
- Montaje: tareas de armado de las máquinas empacadoras.
- Puesta a punto y prueba funcional: puesta en posición de los mecanismos y prueba de las máquinas empacadoras para determinar que su funcionamiento es el esperado.
- Expedición: depósito donde se realizan tareas de embalaje y despacho de productos terminados.



**Figura I - Diagrama de flujo del proceso - Fuente: Propia**

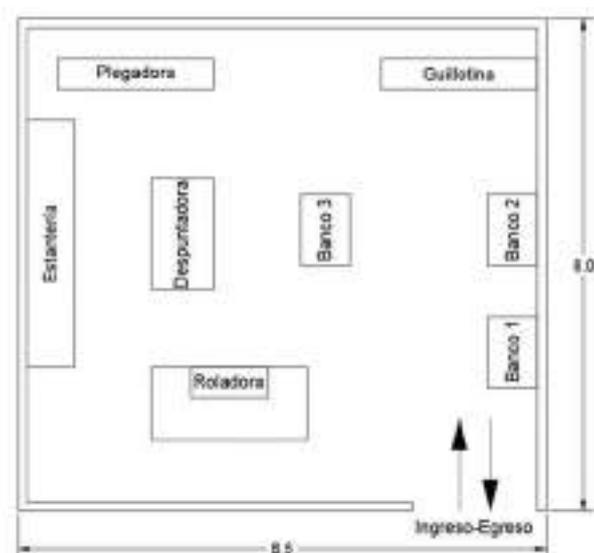
Los puestos de trabajo que serán analizados en el presente trabajo, puesto que, constituyen los PTC, como será desarrollado más adelante, serán:

Sector de Ajuste: En la **Figura II** es mostrado el plano del sector con sus correspondientes bancos de trabajo y agujereadoras de banco.



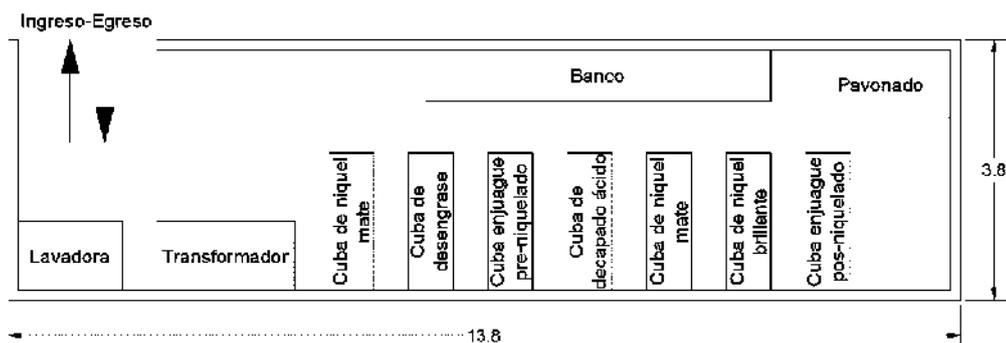
**Figura II - Plano del sector de ajuste - Fuente: Propia**

Sector de herrería: En la **Figura III** es mostrado el plano del sector con sus correspondientes bancos de trabajo.



**Figura III - Plano del sector de herrería - Fuente: Propia**

Sector de acabado superficial: En la **Figura IV** es mostrado el plano del sector con sus correspondientes cubas donde se realizan los tratamientos y su banco de trabajo.



**Figura IV - Plano del sector de acabado superficial - Fuente: Propia**

Objetivos generales: análisis general de todos los puestos de trabajo mediante la estadística de accidentes, asimismo, se propondrán mejoras para reducir o eliminar factores de riesgo que puedan afectar a la SST en los tres puestos con más accidentes.

Objetivos específicos: entre estos se pueden citar, descripción de los puestos críticos, identificación de los factores de riesgo, propuestas tendientes a eliminar o minimizar el impacto que puedan tener sobre los trabajadores estos factores, asimismo, se realizará un análisis económico de las propuestas de mejora.

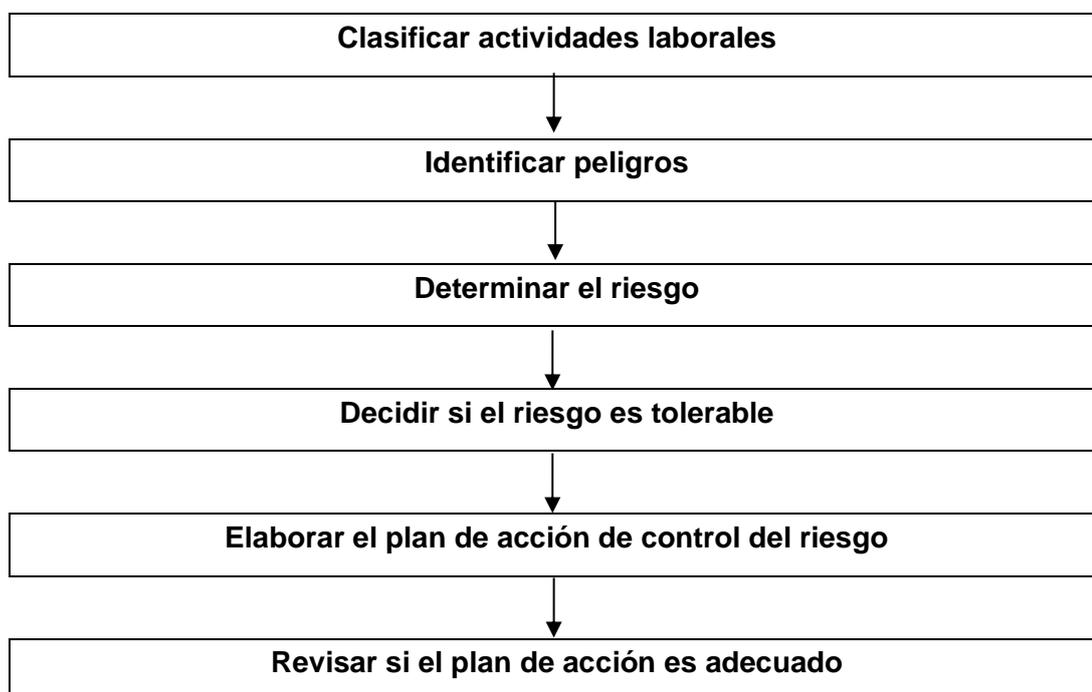
El informe consta de las siguientes secciones:

- **MARCO TEÓRICO**, en esta sección se presentan todos los fundamentos teóricos utilizados para evaluar los factores de riesgo.
- **DESARROLLO**, en esta sección son presentados cada uno de los sectores que forman parte del proceso de fabricación, además, se expone el método propuesto para determinar los puestos de trabajo críticos, luego, se realizan los análisis de los mismos con el propósito de establecer las propuestas de mejoras, para terminar, con el análisis económico de las propuestas planteadas.
- **CONCLUSIÓN** en base al análisis de los PTC, donde se expone claramente y de manera objetiva los resultados obtenidos y las mejoras que se pueden lograr desde el punto de vista de la SST, en virtud de, las mejoras propuestas.
- **BIBLIOGRAFÍA**, en esta sección son explicitados los libros, apuntes, trabajos y sitios de internet de donde se obtuvieron referencias e información.
- **ANEXO**, en esta sección es adjuntada toda la información adicional útil para el desarrollo del trabajo.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Proceso de evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la SST. El primer paso para la realización de una evaluación de riesgos es identificar aquellos factores que pueden promover la ocurrencia de un accidente. La **Figura V** muestra los pasos básicos para la evaluación del riesgo.



**Figura V - Pasos para la evaluación del riesgo - Fuente:**  
[https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2018/08/Guia\\_ERL.pdf](https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2018/08/Guia_ERL.pdf)

La mayoría de los métodos utilizados para la evaluación de riesgos laborales tienen como característica fundamental que no pretenden determinar un valor real del riesgo, es decir, que se conforman con una aproximación a su medida en términos de nivel, usando escalas arbitrarias.

### 2.2 Metodología para identificar los puestos críticos

Los puestos de trabajo con más accidentabilidad se determinarán en base a la estadística de accidentes reportada por la empresa mediante un Índice de Accidentabilidad, el cual, posibilitará analizar todos los puestos de trabajo y determinar los Puestos de Trabajo Críticos desde el punto de vista de la higiene y seguridad. Una vez determinados los mismos se identificarán, evaluarán y propondrán medidas para controlar, mitigar y/o eliminar los

riesgos que surjan de este trabajo final sobre los puestos de trabajo en cuestión. En la **Ecuación 1**, se muestra el índice propuesto:

$$Ia = \frac{\sum i}{Ni} \text{ (Ecuación 1)}$$

### 2.3 Factores tecnológicos y de infraestructura

Son todos los elementos materiales necesarios para el desarrollo de las actividades, y que promueven principalmente la ocurrencia de accidentes laborales. Algunos de estos son:

- Máquinas y herramientas.
- Instalaciones de infraestructura y servicios.
- Tableros de mando y operación.
- Equipamiento y mobiliario.
- Superficies de trabajo y lay out.
- Construcciones permanentes y transitorias.

#### 2.3.1 Identificación de los factores tecnológicos y de infraestructura

Tres preguntas permiten la identificación de peligros:

- ¿Hay una fuente de daños?
- ¿Quién puede resultar dañado\lesionado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño\lesión?

También, es muy importante entrevistar a los trabajadores, ya que, nadie mejor que ellos conocen los peligros a los que se enfrentan cotidianamente, peligros que pueden estar ocultos a la vista de una persona ajena al lugar.

Estas serán las premisas utilizadas para identificar los peligros derivados de estos factores.

### 2.4 Factores físicos

Se relaciona con un intercambio de energía entre el individuo y el ambiente a una velocidad y potencial mayor que la que el organismo puede soportar. Esta clasificación responde a la asociación con su capacidad de promover una enfermedad profesional. La forma de clasificar dichos riesgos se detalla a continuación:

- Ruido
- Iluminación
- Ventilación
- Vibraciones
- Temperaturas Extremas
- Radiaciones ionizantes (Rayos X, isótopos radioactivos) y no ionizantes (UV, infrarroja, láser)
- Presiones anormales

Los factores físicos que serán evaluados en el presente TF son ruido, iluminación y ventilación, de modo que, los demás factores físicos quedarán fuera del alcance de este.

#### **2.4.1 Evaluación de ruidos**

La base de la legislación para limitar los ruidos en ambientes industriales, es la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587, sancionada el 21 de abril de 1972.

Para esta ley se promulgó su Decreto Reglamentario N° 351/79 el 22 de mayo de 1979. Su capítulo 13, contiene 10 artículos. Del N° 85 al N° 93 se refieren al tema ruidos. Contiene también el Anexo V con especificaciones para cálculos, especificaciones de equipos y limitaciones. La más importante es la que establece que el nivel sonoro continuo equivalente máximo admisible para una jornada de 8 horas, es de 90 dBA.

Este anexo está derogado y reemplazado por la Resolución 295/2003 del 10 de noviembre del 2003. Esta resolución establece como punto relevante, que el nivel sonoro continuo equivalente máximo admitido de una jornada laboral de 8 horas, es de 85 dBA.

Por último, es importante saber que existe un protocolo para la medición de nivel sonoro en el ámbito laboral, por Resolución SRT 85/12.

En su Anexo V del Decreto 351/79 se establece que el nivel de presión acústica se debe determinar por medio de un dosímetro, el mismo deberá disponer de filtro de ponderación A y respuesta lenta. En los cálculos para establecer la dosis, se usaran todas las exposiciones al ruido que alcancen o sean superiores a 80 dBA. El límite se excede cuando la dosis es mayor del 100% medida en un dosímetro fijado para un índice de conversión de 3 dBA y un nivel de 85 dBA como criterio para las 8 horas.

En ningún caso se permitirá la exposición de trabajadores a ruidos con un nivel sonoro pico ponderado C mayores que 140 dBC, ya sea que se trate de ruidos continuos, intermitentes o de impacto.

Esta es la normativa legal sobre la cual está basada la evaluación de ruidos del presente TF.

En la **Tabla I** se indica el nivel sonoro máximo al que puede estar expuesto un trabajador dependiendo del tiempo de exposición diario:

Exposición diaria		Nivel máximo permisible
Horas	Minutos	dBA
24		80
16		82
8		85
4		88
2		91
1		94
	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109

**Tabla I - Valores límite para el ruido - Fuente: Decreto 351/79, Anexo V**

Para cada par nivel sonoro/tiempo de exposición se da un término de la dosis, por lo que el valor final será la suma de tales dosis parciales, como se muestra en la **Ecuación 2** para n pares.

$$D = \sum_i^n \frac{C_i}{T_i} \text{ (Ecuación 2)}$$

#### 2.4.2 Evaluación de la iluminación

La base de la legislación sobre la cantidad de luz adecuada para realizar una tarea específica, es la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587, sancionada el 21 de abril de 1972.

Para esta ley se promulgó su Decreto Reglamentario N° 351/79 el 22 de mayo de 1979. Su capítulo 12, contiene 14 artículos. Del N° 71 al N° 84 se refieren al tema iluminación.

Contiene también el Anexo IV con especificaciones sobre la intensidad mínima de iluminación, las relaciones de iluminancias y la uniformidad de la iluminación.

El método de medición que frecuentemente se utiliza y es sugerido por La SRT, es una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0,8 metros sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. Existe una relación que permite calcular el número mínimos de puntos de medición, cuya expresión es la mostrada en la **Ecuación 3**, a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$x = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} \text{ (Ecuación 3)}$$

Excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de **x** es 4.

Aquí el largo y el ancho, son las dimensiones del recinto y la altura de montaje es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo. La relación mencionada se expresa de la forma siguiente:

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (x + 2)^2 \text{ (Ecuación 4)}$$

Con la **Ecuación 4** se obtendrá el número mínimo de puntos de medición. Una vez, que se obtuvo el número mínimo de puntos de medición, se puede establecer las cuadrículas de acuerdo al plano del local, a causa de ello, quedarán establecidas las ubicaciones de los mismos.

Para empezar, debe ser obtenida la iluminancia media (*E Media*), mediante la **Ecuación 5**, que es el promedio de los valores obtenidos en la medición general.

$$E \text{ Media} = \sum \frac{\text{Valores Medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}} \text{ (Ecuación 5)}$$

Una vez, obtenida la iluminancia media, se procede a verificar mediante la **Ecuación 6**, la uniformidad de la iluminancia, según, lo requerido por el Decreto 351/79 en su Anexo IV.

$$E \text{ Mínima} \geq \frac{E \text{ Media}}{2} \text{ (Ecuación 6)}$$

Donde la iluminancia mínima (E Mínima), es el menor valor detectado en la medición y la iluminancia media (E Media) es el promedio de los valores obtenidos en la medición. Si se cumple con la relación, indica que la uniformidad de la iluminación está dentro de lo exigido en la legislación vigente.

Luego, se procede a verificar el resultado de la iluminancia media, según, lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, usando la **Tabla II**, según el tipo de edificio, local y tarea visual.

<b>Intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)</b>		
<b>Clases de tarea visual</b>	<b>Iluminación sobre plano de trabajo (Lux)</b>	<b>Ejemplos de tareas visuales</b>
Visión ocasional solamente.	100	Para permitir movimientos seguros en lugares de poco tránsito: sala de calderas, depósitos de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contada de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, limpieza con aire comprimido, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparación.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes.	5000 a 10000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

**Tabla II - Intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual**  
- Fuente: Decreto 351/79, Anexo IV

Los valores de la medición de la iluminación en el ambiente laboral se plasmarán en el protocolo aprobado por la Resolución SRT 84/12 y que será de uso obligatorio conforme con las previsiones de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

### 2.4.3 Evaluación de la ventilación

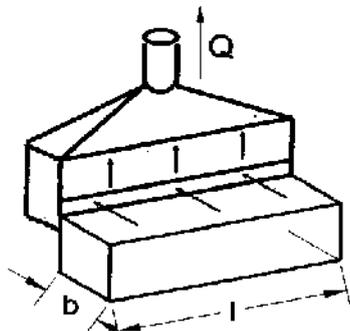
Seguidamente, serán presentados los procedimientos de proyección de campanas para el control de cubas abiertas, de proyección de campanas suspendidas de tres laterales abiertos y el cálculo de pérdidas en conductos de ventilación, que serán utilizados para proyectar y/o verificar los sistemas de ventilación que deben ser instalados o con los que cuentan los sectores que se evaluarán en el presente TF.

#### 2.4.3.1 Proyección de campanas para el control de cubas abiertas

Se denomina campana al elemento de ingreso del aire al sistema de conductos de ventilación. La función esencial de la campana es, entonces, crear un flujo de aire que capture eficazmente al contaminante y lo transporte hacia ella.

Las cubas abiertas son aquellas en donde se sumergen piezas para su limpieza superficial, como desengrasados o decapados, o para ser sometidas a procesos de galvanoplastia.

Las campanas que se usan para el control de las cubas abiertas pueden ser cabinas o campanas exteriores. Dentro de estas últimas se encuentran las llamadas campanas de extracción lateral, donde el diseño más usado es el mostrado en la **Figura VI**.



**Figura VI - Campana de extracción lateral - Fuente: Propia**

El ancho  $b$  de la cuba indica el ancho efectivo sobre el que la campana debe aspirar el aire. Seguidamente, se harán algunas consideraciones a tener en cuenta sobre el ancho de la cuba:

- Cuando  $b \leq 0,5$  m, es adecuado emplear una sola ranura.
- Cuando  $0,5 < b \leq 1$  m, es aconsejable emplear dos ranuras.
- Cuando  $1,0 < b \leq 1,2$  m, es necesario emplear dos ranuras.

- Cuando  $b > 1,2$  m, no es práctico el empleo de la ventilación localizada por extracción, siendo preferible el empleo del encerramiento de la fuente o el sistema de impulsión – aspiración.

No debe ventilarse una cuba cuya relación  $b/l$  es superior a 2 m, no siendo aconsejable hacerlo cuando  $b/l$  es mayor de 1 m, siendo  $l$  la dimensión paralela a la ranura de aspiración.

#### 2.4.3.2 Proyección de campanas suspendidas de tres laterales abiertos

La campana suspendida o dosel es una campana colocada a una determinada altura sobre una fuente fría.

Cuando la campana suspendida está apoyada sobre una pared se la conoce con el nombre de campana suspendida de tres laterales abiertos. La **Ecuación 7** es la utilizada para el cálculo del caudal ( $Q$ ) para este caso:

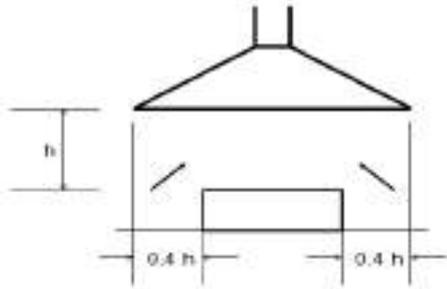
$$Q = V \times (L + 2 \times a) \times h \left( \frac{m^3}{seg} \right) \text{ (Ecuación 7)}$$

Asimismo, la velocidad de control debe ser determinada de la **Tabla III**.

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplos	V (m/seg)
Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos, desengrase, etc.	0,25 - 0,5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado Intermitente de recipientes; transferencias entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 – 1
Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras.	1 - 2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desmolde en fundiciones, chorros de aire abrasivos	2,5 – 10

**Tabla III - Valores recomendados para velocidades de control - Fuente: Rubens, E.P. (1999). Ventilación industrial. Salta. Editorial Magna Publicaciones**

El esquema de la campana es el indicado en la **Figura VII**.



**Figura VII - Campana suspendida de tres laterales abiertos - Fuente: Propia**

Se recomienda que el tamaño de la campana exceda al diámetro o a los lados de la fuente de emisión de contaminantes en el 40 % de la altura que existe entre el borde inferior de la campana y el borde o plano superior de dicha fuente.

#### **2.4.3.3 Diseño de conductos de sistemas de ventilación localizada por extracción por el método de equilibrio por diseño**

El método consiste en lograr la distribución de los caudales en los distintos tramos, que deben ser iguales o mayores que los caudales de diseño. A partir de las longitudes de los tramos rectos y de los accesorios de esos conductos se calculan las pérdidas de carga de los mismos y se las comparan entre sí. Si no son iguales, es decir que no se logra el equilibrio de presión estática en el nudo considerado, se modifican las variables de cálculo hasta lograr dicho equilibrio.

En este caso se debe asegurar, en la etapa de diseño, que se llegue a cada uno de los nudos con la misma pérdida de presión, cualquiera sea el camino recorrido desde cada campana a ese nudo. Entonces los pasos de cálculo son los siguientes:

i. Una vez determinada la distribución de la red de conductos, se deberá elegir el ramal que por sus características, tales como caudal a conducir, longitud y cantidad y tipo de accesorios, se considera que producirá la pérdida de presión mayor. Luego, se determina el diámetro del conducto ( $D$ ), empleando la **Ecuación 8**, teniendo como datos el caudal mínimo a aspirar por la campana conectada a dicho ramal y la velocidad mínima ( $v$ ) dentro del conducto, que se selecciona de la **Figura VIII**. Si el diámetro obtenido no corresponde a un diámetro comercial, entonces, para el caso de gases o vapores se puede seleccionar el diámetro comercial de mayor o de menor magnitud, de esto último surge que, se deberá usar para los cálculos la velocidad real ( $v_r$ ) de acuerdo al diámetro comercial adoptado ( $D_c$ ) usando la **Ecuación 9**.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} (m) \text{ (Ecuación 8)}$$

$$vr = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times Dc^2} \left( \frac{m}{seg} \right) \text{ (Ecuación 9)}$$

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

**Figura VIII - Velocidades recomendadas para el diseño de conductos - Fuente: Apunte de Cálculo de conductos, Asignatura Ventilación, CEHyST**

ii. Luego deberán ser determinadas las pérdidas por fricción. Las pérdidas de presiones estáticas, que se producen al circular el aire a través de una campana y por el conducto conectada a ella, hasta el nudo correspondiente, se clasifican en pérdidas por fricción en tramos rectos de conductos ( $h_1$ ), pérdidas localizadas por accesorios ( $h_2$ ) y pérdidas por entrada ( $h_3$ ):

1. Pérdidas por fricción en tramos rectos de conductos:  $h_1$

Las pérdidas por fricción a lo largo de un tramo recto de un conducto circular son iguales a:

$$h_1 = j \times M(mmdca) \text{ (Ecuación 10)}$$

El valor de la pérdida de carga por unidad de longitud ( $j$ ) puede ser obtenido con la **Ecuación 11**, considerando que el material de los conductos es chapa de hierro galvanizada.

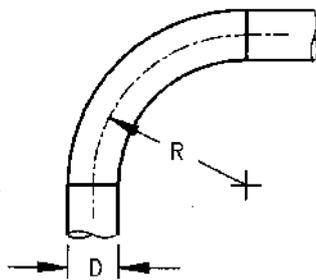
$$j = \frac{5,38 \times vr^{1,9}}{Dc^{1,22}} \left( \frac{mmdca}{m} \right) \text{ (Ecuación 11)}$$

2. Pérdidas localizadas por accesorios:  $h_2$

Las pérdidas localizadas por accesorios se deben a las turbulencias producidas por los cambios de dirección (codos, empalmes) y los cambios de sección.

$$h_2 = \sum (k \times hD) \text{ (mmcda) (Ecuación 12)}$$

Luego, para determinar el valor del factor de pérdida (k) para el caso de codos que formen un ángulo de 90° se debe determinar la relación R/D, donde R es el radio de curvatura del eje del codo y D es el diámetro del conducto circular y que se determina de la **Figura IX**. Se considera que un valor recomendable, para elegir en un proyecto, es una relación R/D= 2, que combina una curva suave con la disponibilidad de espacio para permitir su desarrollo.



R/D	Pérdida de carga Fracción de PD
2,75	0,26
2,50	0,22
2,25	0,26
2,00	0,27
1,75	0,32
1,50	0,39
1,25	0,55

CODOS DE SECCIÓN CIRCULAR

**Figura IX - Valor de k - Fuente: Apunte de Cálculo de conductos, Asignatura Ventilación, CEHyST**

En cuanto a, la altura de presión dinámica (hD) podrá ser determinada con la **Ecuación 13**.

$$hD = \frac{vr^2}{16,35} \text{ (mmcda) (Ecuación 13)}$$

### 3. Pérdidas por entrada: h3

Estas pérdidas se deben a pérdida de altura de presión por turbulencia en la campana, pérdidas de altura de presión por turbulencia en las ranuras que existen en el frente y / o en el interior de la campana y Pérdida de altura de presión necesaria para la aceleración del aire desde la velocidad prácticamente nula en el frente de la campana, a la velocidad (v) que se alcanza dentro del conducto conectado a la campana, y que resulta igual a la altura de presión dinámica (hD). Estas pérdidas se calculan con la **Ecuación 14**.

$$h_3 = (k_{ent} + 1) \times hD(mmcda) \text{ (Ecuación 14)}$$

Para obtener los valores correspondientes al kent, cuando se trata de campanas de boca circular o rectangular, se utiliza la **Figura X**. En esta están dibujadas dos curvas, la inferior corresponde a campanas de boca circular y la superior a campanas de bocas cuadradas o rectangulares. En las ordenadas se representan los valores que asume kent, denominado "F, factor de pérdidas en la entrada", y en abscisas se representa el ángulo en grados que forman dos generatrices opuestas de la campana, cuando es de configuración cónica, o del ángulo que forman los lados opuestos, cuando la configuración es piramidal, siendo  $\theta$  en este último caso el mayor de los ángulos.

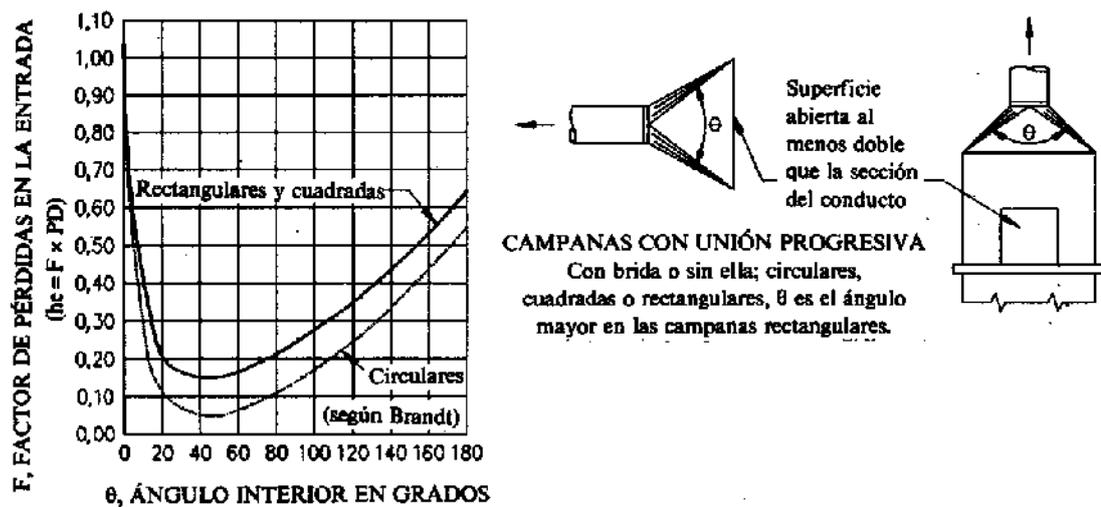


Figura X - Valor de kent - Fuente: Apunte de Cálculo de conductos, Asignatura Ventilación, CEHyST

iii. Luego, deberá ser calculada, mediante la **Ecuación 15**, la pérdida de altura de presión estática total ( $\sum h$ ) del ramal.

$$\sum h = h_1 + h_2 + h_3(mmcda) \text{ (Ecuación 15)}$$

iv. Se repite el cálculo para el ramal que concurre al mismo nudo que el ramal anterior y se determina la pérdida de presión estática total en este ramal ( $\sum h'$ ), mediante la **Ecuación 16**.

$$\sum h' = h_1' + h_2' + h_3'(mmcda) \text{ (Ecuación 16)}$$

v. Mediante la **Ecuación 17**, se deben comparar las pérdidas de presión estática total de ambos ramales y en el caso que se trate de conductos que transporten gases y/o vapores, al no existir una necesidad de mantener velocidades mínimas de transporte, se

deberá disminuir la pérdida de presión estática total de mayor valor, denominada pérdida de presión estática total variable ( $\sum h_V$ ), hasta igualarla con la pérdida de presión estática total fija ( $\sum h_F$ ) que es la de menor valor, esto significa disminuir la velocidad en el ramal donde las pérdidas son mayores. Entonces;

$$\sum h_V = \sum h_F \text{ (Ecuación 17)}$$

vi. Habiéndose elegido la pérdida de presión estática total fija ( $\sum h_F$ ) y la pérdida de presión estática total variable ( $\sum h_V$ ), se comparan las pérdidas de presión por medio de la **Ecuación 18**.

$$\Delta \sum h (\%) = \frac{|\sum h_F - \sum h_V|}{\sum h_F} \times 100 \text{ (Ecuación 18)}$$

Pueden presentarse los siguientes casos:

a.  $\Delta \sum h \leq 5 \%$

En el caso que se transporten gases o vapores, se adopta, para ambos tramos la pérdida de presión menor y se considera que las pérdidas de presión de los tramos que concurren al nudo están equilibradas.

b.  $5 \% < \Delta \sum h \leq 20 \%$

Se deberá recalculer el tramo que presenta la menor pérdida, aumentando el caudal que circula por él, hasta lograr que  $\Delta \sum h \leq 5 \%$ , cualquiera sea el contaminante transportado. Recordar que los caudales de aspiración nunca deben ser disminuidos ya el objetivo de los mismos es asegurar que el ambiente de trabajo no se encuentre contaminado. Este nuevo caudal  $Q'$  se obtiene utilizando la **Ecuación 19**.

$$Q' = Q \times \sqrt{\frac{\sum h' \left(\frac{m^3}{seg}\right)}{\sum h}} \text{ (Ecuación 19)}$$

Donde;

$\sum h'$ = pérdida del tramo que no se modifica

$\sum h$ = pérdida del tramo que se desea modificar

c.  $\Delta \sum h > 20 \%$

En el caso que se transporten gases o vapores se aconseja recalculer el tramo que presenta la mayor pérdida de presión, manteniendo constante el caudal que circula por dicho conducto y aumentando el diámetro del mismo, el nuevo diámetro (D') se obtiene utilizando la **Ecuación 20**.

$$D' = D_c \times \sqrt[4,5]{\frac{\sum h}{\sum h'}} (m) \text{ (Ecuación 20)}$$

Donde;

$\Sigma h'$  = pérdida del tramo que no se modifica

$\Sigma h$  = pérdida del tramo que se disminuirá

vii. Luego, se deberá calcular el conducto troncal, el caudal que circula por el mismo es la suma de los caudales que circulan por cada uno de los conductos que concurren al nudo, a partir de este dato, las dimensiones y la pérdida de presión total se calculan siguiendo los pasos indicados en i y en ii. El cálculo de la pérdida de presión total ( $\Sigma h$ ) se realiza sumando las pérdidas por fricción ( $h_1$ ) y las pérdidas localizadas ( $h_2$ ) del troncal, ya que al no estar dicho troncal conectado a una campana, no existen las pérdidas de entrada ( $h_3$ ). Pero además se debe tener en cuenta la pérdida de presión producida cuando sea necesaria una aceleración de la corriente de aire en el troncal.

viii. Se plantea el balance dinámico en el nudo. Este balance permite calcular, mediante la **Ecuación 21**, la altura de presión dinámica disponible a la salida del nudo, a partir de los caudales y de las alturas de presiones dinámicas de los conductos que concurren al mismo.

$$h_{DD} = \sum_{i=1}^n \frac{(Q_i \times h_{D_i})}{\sum Q_i} (mmcda) \text{ (Ecuación 21)}$$

A partir de  $h_{DD}$  y mediante la **Ecuación 22** se deberá determinar la velocidad del aire a la salida del nudo.

$$v_t = \sqrt{16,35 \times h_{DD}} \left( \frac{m}{seg} \right) \text{ (Ecuación 22)}$$

Una vez obtenida la velocidad  $v_t$  se calcula el diámetro del conducto troncal ( $D_t$ ), mediante la **Ecuación 23**.

$$Dt = \sqrt{\frac{4 \times Qt}{\pi \times vt}} (m) \text{ (Ecuación 23)}$$

Una vez calculado Dt se selecciona el diámetro comercial disponible (Dtc) más cercano.

ix. EL cálculo continúa hasta obtener la pérdida de presión estática total acumulada ( $\sum h_{Tac}$ ) en la boca de entrada del ventilador del sistema, que es igual a la mayor pérdida de presión estática total ( $\sum h$ ) en el último nodo más la pérdida estática total ( $\sum h$ ) en el troncal conectado al ventilador.

x. Luego, deberá calcularse la pérdida de presión estática total ( $\sum h_T$ ) en el conducto de descarga, que constituye la sobre presión en la boca de salida del ventilador. Esta pérdida de presión estática total ( $\sum h_T$ ) se obtiene solamente por la suma de las pérdidas por fricción ( $h_1$ ) y las pérdidas localizadas ( $h_2$ ), ya que en este conducto de salida no existe la necesidad de computar pérdidas de presión por entrada a campanas o pérdidas de presión debidas a aceleraciones requeridas en los tramos, como ocurre antes del ventilador.

xi. Por último, se deberá calcular la potencia del ventilador (Pot), mediante la **Ecuación 24**.

$$Pot = Qt \times h_{tv} \times g(W) \text{ (Ecuación 24)}$$

Asimismo,  $h_{tv}$  se deberá calcular con la **Ecuación 25**.

$$h_{tv} = (h_{Es} - h_{Ee}) - (h_{Ds} - h_{De}) \text{ (mmcda)} \text{ (Ecuación 25)}$$

El valor de la altura de presión ( $h_{Ee}$ ), referida a la presión atmosférica, y correspondiente a la entrada del ventilador es negativo por tratarse de una depresión.

El valor de la altura de presión ( $h_{Es}$ ), referida a la presión atmosférica, y correspondiente a la salida del ventilador es positiva por tratarse de una sobrepresión.

Entonces, con los valores de la potencia, el tamaño del conducto troncal donde se conectará el ventilador y  $h_{tv}$ , podrá seleccionarse el ventilador adecuado para la aplicación en cuestión.

## 2.5 Factores ergonómicos

Están asociados a las condiciones del trabajo que determinan las exigencias físicas y mentales que la tarea impone al trabajador, y que incrementan la probabilidad de que se produzca un daño, estos factores se pueden clasificar como sigue:

- Factores biomecánicos (levantamiento y descenso manual de cargas, movimientos repetitivos, empuje y arrastre manual, transporte manual, bipedestación, posturas forzadas, vibraciones, confort térmico y estrés de contacto)
- Factores psicosociales (monotonía, ritmo de trabajo, duración de la jornada, pausas, remuneración)

Los factores ergonómicos causan una de las dolencias laborales más habituales, conocidas como trastornos musculo esqueléticos (TME). Estos se refieren a daños en los músculos, nervios, tendones, huesos y articulaciones, como resultado de no haber incluido el tiempo de recuperación necesario para evitar que el tejido corporal llegue al límite de su capacidad sin degenerarse.

La Resolución 295/03 incorporó especificaciones técnicas sobre ergonomía. Se incluyeron en el Anexo I dos métodos de evaluación ergonómica, para movimientos repetitivos de la extremidad superior introduce el método NAM y valores límites para el descenso y levantamiento manual de cargas.

Con la Resolución 886/15 de la SRT en su Anexo III y mediante el uso de una serie de planillas se ha logrado sistematizar y facilitar la evaluación de las condiciones de trabajo que contribuyen al desarrollo de TME.

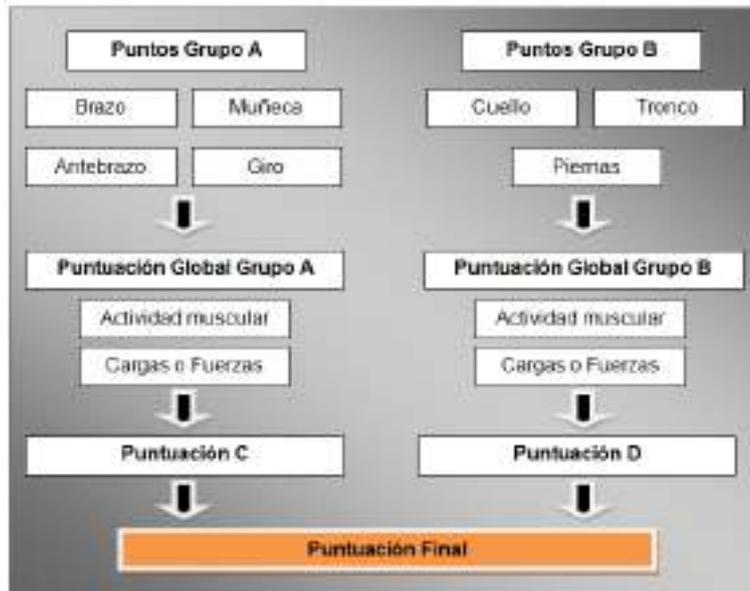
Los factores ergonómicos que serán evaluados en el presente TF son posturas forzadas y levantamiento y descenso manual de cargas, de modo que, los demás factores ergonómicos quedarán fuera del alcance de este.

### **2.5.1 Evaluación de las posturas forzadas**

Las posturas forzadas serán evaluadas por el método RULA que fue desarrollado para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar TME en los miembros superiores del cuerpo, tales como las posturas adoptadas, la repetitividad de los movimientos, la fuerza aplicada o la actividad estática del sistema musculo esquelético. Ahora bien, el método considera la repetitividad de los movimientos, sin embargo, no proporciona suficiente información sobre dicho factor de riesgo como para permitir un análisis detallado del mismo.

Éste método divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B (piernas, tronco y cuello). Mediante tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

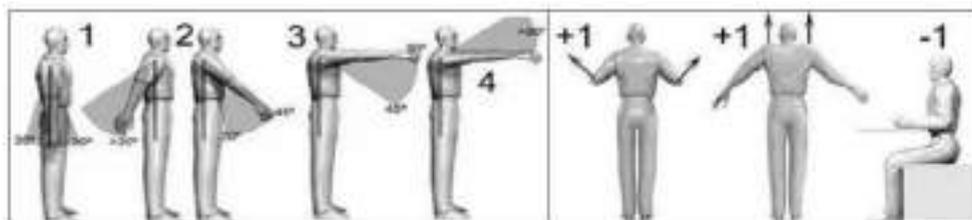
En la **Figura XI** son mostradas las partes corporales cuyas posturas es necesario evaluar para aplicar el método RULA.



**Figura XI - Esquema de obtención de puntuaciones del método RULA - Fuente:** <https://www.nottingham.ac.uk/>

A continuación, son enumerados y desarrollados los pasos, que corresponden a cada una de las partes corporales, presentes en la figura mostrada arriba, con su respectivo orden de evaluación:

1. Puntuación del brazo.



**Figura XII - Esquema de posiciones del brazo del método RULA - Fuente:** <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Desde 20° de extensión hasta 20° de flexión
2	Extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión > 90°

Tabla IV - Puntuaciones del brazo del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

La puntuación asignada al brazo podrá verse modificada, aumentando o disminuyendo su valor, si el trabajador posee los hombros levantados, si el brazo se encuentra separado o abducido respecto al tronco, o si existe un punto de apoyo durante el desarrollo de la tarea, tal como, es mostrado en la figura de arriba.

Puntos	Posición
+1	Si los brazos están abducidos
+1	Si el hombro está elevado
-1	Si el brazo tiene un punto de apoyo

Tabla V - Modificación de las puntuaciones del brazo del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

## 2. Puntuación del antebrazo.

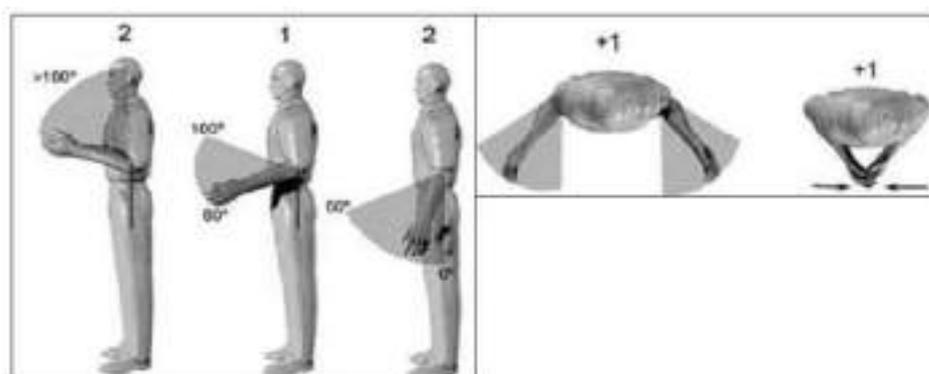


Figura XIII - Esquema de posiciones del antebrazo del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión < 60° ó > 100°

Tabla VI - Puntuaciones del antebrazo del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

La puntuación asignada al antebrazo podrá verse aumentada en dos casos: si el antebrazo cruzara la línea media del cuerpo, o si se realizase una actividad de forma que la

proyección vertical del antebrazo se encontrara más allá de la proyección vertical del codo, tal como, es mostrado en la figura de arriba.

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo

Tabla VII - Modificación de las puntuaciones del antebrazo del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

### 3. Puntuación de la muñeca.

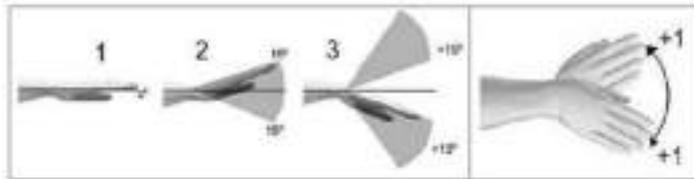


Figura XIV - Esquema de posiciones de la muñeca del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión
2	Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°
3	Para flexión o extensión mayor de 15°

Tabla VIII - Puntuaciones de la muñeca del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

El valor calculado para la muñeca se verá modificado si existe desviación radial o cubital.

Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente

Tabla IX - Modificación de las puntuaciones de la muñeca del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

### 4. Giro de la muñeca.

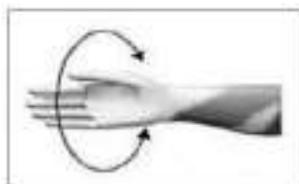


Figura XV - Esquema de posiciones del giro de la muñeca del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Tabla X - Puntuaciones del giro de la muñeca del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

5. Puntuación del cuello.

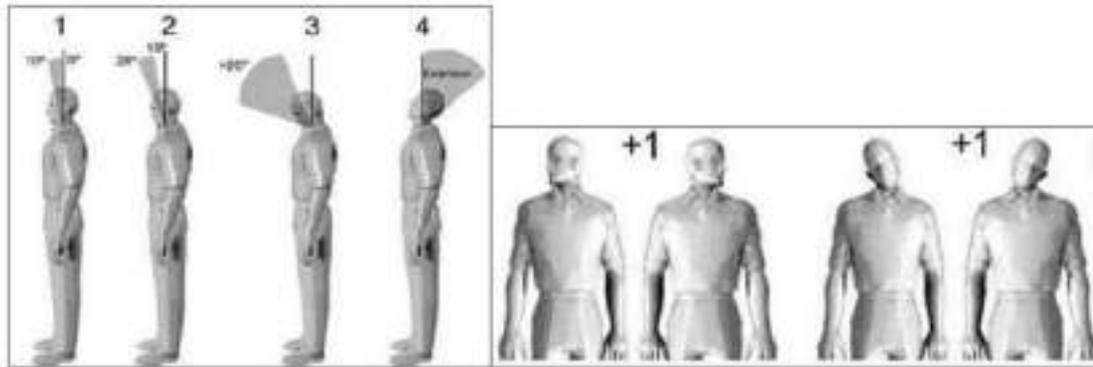


Figura XVI - Esquema de posiciones del cuello del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Si existe flexión entre 0° y 10°
2	Si está flexionado entre 10° y 20°
3	Para flexión mayor de 20°
4	Si está extendido

Tabla XI - Puntuaciones del cuello del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

La puntuación obtenida para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta inclinación lateral o rotación, tal como, es mostrado en la figura de arriba.

Puntos	Posición
+1	Si el cuello está rotado
+1	Si hay inclinación lateral

Tabla XII - Modificación de las puntuaciones del cuello del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

6. Puntuación del tronco.

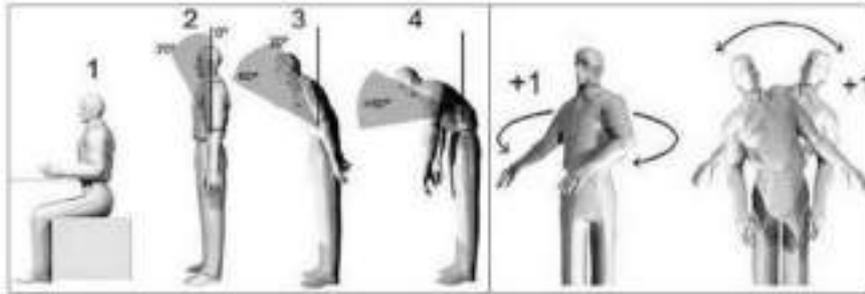


Figura XVII - Esquema de posiciones del tronco del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $> 90^\circ$
2	Si está flexionado entre $0^\circ$ y $20^\circ$
3	Si está flexionado entre $20^\circ$ y $60^\circ$
4	Si está flexionado más de $60^\circ$

Tabla XIII - Puntuaciones del tronco del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o lateralización del mismo. Ambas circunstancias no son excluyentes, por lo que la puntuación inicial podrá aumentar hasta 2 unidades, si ambas circunstancias se presentan simultáneamente, tal como es mostrado en la figura de arriba.

Puntos	Posición
+1	Si hay torsión del tronco
+1	Si hay inclinación lateral del tronco

Tabla XIV - Modificación de las puntuaciones del tronco del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

#### 7. Puntuación de las piernas

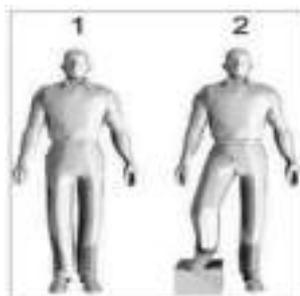


Figura XVIII - Esquema de posiciones de las piernas del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

Puntos	Posición
--------	----------

1	Sentado con pies y piernas bien apoyados
1	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición
2	Si los pies no están bien apoyados, o si el peso no está simétricamente bien distribuido

Tabla XV - Puntuaciones de las piernas del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

8. Puntuación global para los miembros del Grupo A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla XVI - Puntuación global para los miembros del Grupo A del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>

9. Puntuación global para los miembros del Grupo B.

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7

4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

**Tabla XVII - Puntuación global para los miembros del Grupo B del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>**

10. Modificación de las puntuaciones globales en función de la actividad muscular y de la fuerza aplicada y obtención de la puntuación C y la puntuación D.

Puntos	Posición
0	Si la actividad se considera dinámica (es ocasional, poco frecuente y de corta duración)
1	Si la actividad es principalmente estática (se mantiene la postura más de un minuto seguido)
1	Si la actividad es repetitiva (se repite más de 4 veces por minuto)

**Tabla XVIII - Influencia en función de la actividad muscular del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>**

Puntos	Posición
0	Si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente
1	Si la carga o fuerza está entre 2 Kg. y 10 Kg. y se levanta intermitentemente
2	Si la carga o fuerza está entre 2 Kg. y 10 Kg. y es estática o repetitiva
2	Si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg. y es estática o repetitiva
3	Si se producen golpes o fuerzas de manera brusca o repentina

**Tabla XIX - Influencia en función de la fuerza aplicada del método RULA - Fuente: <https://www.nottingham.ac.uk/>**

11. Obtención de la puntuación final a partir de las puntuaciones C y D

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7 ó +
1	1	2	3	4	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7

8 o +	5	5	6	7	7	7	7
-------	---	---	---	---	---	---	---

**Tabla XX - Puntuación final del método RULA - Fuente:**  
<https://www.nottingham.ac.uk/>

## 12. Determinación del nivel de actuación

Una vez conocida la puntuación final, se determinará el nivel de actuación propuesto por el método RULA. Así, el evaluador habrá determinado si la tarea resulta aceptable tal y como se encuentra definida, si es necesario un estudio en profundidad del puesto para determinar con mayor concreción las acciones a realizar, si debe plantearse el rediseño del puesto o si, finalmente, existe la necesidad apremiante de introducir cambios en la realización de la tarea. El evaluador será capaz, por tanto, de detectar posibles problemas ergonómicos y determinar las necesidades de rediseño de la tarea o puesto de trabajo.

Puntos	Posición
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2. La postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4. Pueden requerirse cambios en la tarea; es necesario profundizar en el estudio.
3	Cuando la puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	Cuando la puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

**Tabla XXI - Nivel de actuación del método RULA - Fuente:**  
<https://www.nottingham.ac.uk/>

### 2.5.2 Evaluación del descenso y levantamiento manual de cargas

La Resolución 295/03 en su Anexo I fija valores límites para el levantamiento manual de cargas (LMC) en los lugares de trabajo, con el fin de valorar tareas en la que se presentan movimiento de carga, entendiéndose por tal, cualquier objeto cuyo peso sea igual o superior a los dos kilos.

Esta herramienta metodológica establece los valores límite de peso (en kilogramos) en las operaciones de levantamiento manual de cargas, los cuales:

- Si no se exceden, la Resolución considera que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin desarrollar alteraciones de lumbago y hombros relacionadas con el trabajo asociadas con las tareas repetidas del levantamiento manual de cargas.

- En cualquier momento que estos límites sean excedidos o que se detecten alteraciones musculo esqueléticas relacionadas con este trabajo se deberán implantar medidas de control adecuadas (o sea acciones correctivas).

El método es aplicable dentro de las siguientes condiciones:

- Tarea ejercida por un solo trabajador.
- Sujetando el objeto con ambas manos.
- Posturas de pie.
- Levantamiento del objeto dentro de límites acotados, en sentido vertical, horizontal y lateral (plano sagital).
- Movimientos que se produzcan repetidamente dentro de límites acotados en frecuencia y tiempo de exposición.
- Rotación del cuerpo dentro de los 30<sup>a</sup> a derecha e izquierda del plano sagital.
- Tareas rutinarias (no eventuales).
- Objetos estables (excluye líquidos, y también personas o animales).
- Agarres eficientes.
- Suelo estable.

Dado el considerable número de variables a evaluar, el método se presenta en tres tablas de criterio semejante, ahora bien, en el presente TF será usada solamente la **Tabla XXII**, siendo las variables a determinar:

- Límites en altura desde la toma del objeto hasta su depósito; no pueden superar los 180 cm. desde el piso o iniciarse a 30 cm. por encima de los hombros.
- Distancia horizontal desde la proyección al piso del centro de gravedad del objeto en la posición de toma, hasta el punto medio de los talones, no puede ser mayor a 80 cm.
- La frecuencia de levantamientos no puede superar los 360 levantamientos por hora.
- La duración diaria de las tareas no puede superar las 8 horas diarias.

<b>Situación horizontal del levantamiento</b>  <b>Altura del</b>	<b>Levantamientos próximos: origen &lt; 30 cm desde el punto medio entre los tobillos</b>	<b>Levantamientos intermedios: origen de 30 a 60 cm desde el punto medio entre los tobillos</b>	<b>Levantamientos alejados: origen &gt; 60 a 80 cm desde el punto medio entre los tobillos (A)</b>

levantamiento			
Hasta 30 cm (B) por encima del hombro desde una altura de 8 cm por debajo del mismo	11 Kg	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	14 Kg	9 Kg	5 Kg
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos (D)	9 Kg	7 Kg	2 Kg
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla (E)	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)

**Tabla XXII - Valores límites para el LMC para tareas > 2 horas al día con > 30 y ≤ 360 levantamientos / hora - Fuente: Resolución 295/03, Anexo I**

Notas:

A. Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm desde el punto medio entre los tobillos.

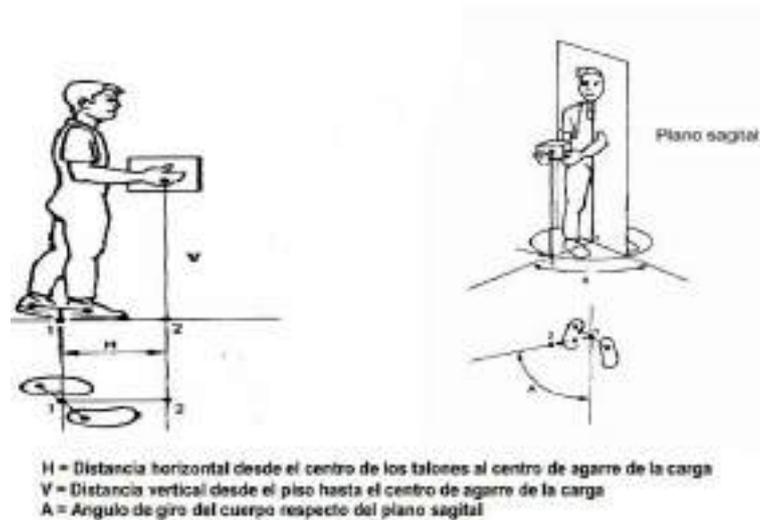
B. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo.

C. Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadrados sombreados de la tabla que dicen 'No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos'. Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadrados sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.

D. El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

E. Aclaración: espinilla es el centro de la tibia (en la Argentina: "canilla").

En la **Figura XIX** se presenta un esquema con las medidas características a tener en cuenta para la realización de la evaluación.



**Figura XIX - Variables del LMC - Fuente: Resolución 295/03, Anexo I**

## 2.6 Factores químicos

Se entiende como contaminación de los ambientes de trabajo a la presencia en el ambiente laboral de sustancias en concentraciones tales que, en el tiempo habitual de exposición, pueden producir efectos adversos en los trabajadores.

Las sustancias se pueden presentar en forma de partículas, gases o vapores.

Las partículas pueden encontrarse en estado sólido o líquido en el aire lo que se conoce como aerosoles y dentro de esta familia podemos encontrar a:

- Los polvos: suspensión en aire de partículas sólidas de una amplia gama de tamaños que van desde de 0,1 a 25 micrones.
- Humos químicos: son partículas dispersas generadas por condensación a partir del estado gaseoso, generalmente después de la volatilización de metales fundidos. La mayoría está comprendida entre 0,1 a 0,01 micrones.
- Nieblas: son gotas en suspensión en aire que se generan por condensación a partir del estado gaseoso o por la dispersión mecánica de un líquido en operaciones que produzcan salpicadura, espumas o atomizaciones.
- Humos: son partículas resultantes de la combustión incompleta, compuestas principalmente por carbono.
- Fibras: son partículas filiformes cuyo largo es de tres ó más veces su diámetro.

Los gases son fluidos que en condiciones normales no tienen forma, ocupan el espacio del recipiente que los contiene y pueden pasar al estado líquido ó sólido por efecto de variaciones de presión y temperatura.

Los vapores son la forma gaseosa de sustancias que en condiciones normales de presión y temperatura se presentan sólidas ó líquidas.

Las principales vías de ingreso de sustancias tóxicas al organismo son:

- A través del tracto respiratorio, por inhalación de aire contaminado.
- A través del tracto gastrointestinal, por ingestión de comida y bebida contaminadas.
- A través de la piel, por penetración dérmica, también llamada percutánea.

En el caso de la exposición en la industria, la principal vía de entrada de tóxicos es la inhalación, seguida por la penetración percutánea.

### **2.6.1 Evaluación de los factores químicos**

Para realizar esta evaluación se utilizan los valores de concentración máxima permisible en el tiempo que hacen referencia a concentraciones de sustancias que se encuentran en suspensión en el aire.

Representan condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día a la acción de tales concentraciones sin sufrir efectos adversos para la salud.

Sin embargo, dada la gran variabilidad en la susceptibilidad individual, es posible que un pequeño porcentaje de los trabajadores experimente malestar ante algunas sustancias a concentraciones iguales o inferiores al límite umbral.

Aunque no se considera probable que se produzcan efectos graves para la salud como consecuencia de la exposición a concentraciones límites, la mejor práctica es mantener las concentraciones de toda clase de contaminantes atmosféricos tan baja como sea posible.

En un principio las exigencias técnicas en esta temática eran abordadas por el Decreto Reglamentario 351/79, Anexo III donde se encontraban listadas las sustancias y los límites admisibles correspondientes, el mismo fue sustituido por las modificaciones introducidas por la Resolución 295/03, Anexo IV.

La resolución actualmente vigente hace referencia a los siguientes límites:

- **Concentración Máxima Ponderada en el Tiempo (CMP):** concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas día y una semana laboral de 40 horas a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin sufrir efectos adversos.
- **Concentración Máxima Permisible para Cortos Períodos de Tiempo (CMP-CPT):** exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando la media ponderada que corresponda a 8 horas sea inferior a CMP.
- **Concentración Máxima Permisible – Valor Techo (CMP-C):** es la concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento durante la jornada laboral.

Los valores de la medición de contaminación en el ambiente laboral se plasmarán en el protocolo aprobado por la Resolución SRT 861/15 y que será de uso obligatorio conforme con las previsiones de la Ley N.º 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

## 2.7 Evaluación de riesgos laborales – Método BS8800:96

Para cuantificar los riesgos será utilizado el método general, que utiliza una matriz de tres por tres y que permite establecer el nivel de riesgo a partir de estimaciones cualitativas, tanto de la gravedad del accidente como de la probabilidad de ocurrencia. Esta matriz es mostrada en la **Tabla XXIII**.

<b>GRAVEDAD vs. PROBABILIDAD</b>	<b>Daño leve (1)</b>	<b>Dañino (2)</b>	<b>Extremadamente dañino (3)</b>
<b>Muy poco probable (1)</b>	(1) Riesgo no significativo	(2) Riesgo poco significativo	(3) Riesgo moderado
<b>Poco probable (2)</b>	(2) Riesgo poco significativo	(4) Riesgo moderado	(6) Riesgo significativo
<b>Probable (3)</b>	(3) Riesgo moderado	(6) Riesgo significativo	(9) Riesgo intolerable

**Tabla XXIII - Matriz del método general - Fuente: Guide to occupational health and safety management systems**

Cuando se busca establecer la severidad potencial del daño, debe considerarse lo siguiente:

- Parte del cuerpo probablemente afectada.
- Naturaleza del daño, desde daño leve a extremo:

1) Daño leve:

- ✓ Lesiones superficiales, cortes y contusiones menores, irritación ocular por polvo.
- ✓ Malestar e irritación (ej.: dolores de cabeza); enfermedad conducente a malestar temporal.

2) Dañino:

- ✓ Laceraciones, quemaduras, concusiones, lesiones de ligamentos serias, fracturas menores.
- ✓ Sordera, dermatitis, asma, desórdenes de los miembros superiores relacionados con el trabajo, enfermedad conducente a discapacidades permanentes menores.

3) Extremadamente dañino:

- ✓ Amputaciones, fracturas mayores, envenenamiento, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- ✓ Cáncer ocupacional, otras enfermedades.

Cuando se busca establecer la probabilidad de daño, deben considerarse los siguientes temas:

- Cantidad de personal expuesto.
- Frecuencia y duración de la exposición al peligro.
- Fallas en los servicios.
- Falla en los componentes de la planta, la maquinaria y en los dispositivos de seguridad.
- Exposición a los elementos.
- Protección brindada por el equipo de protección personal e índice de uso del equipo de protección personal.
- Errores no intencionales o violaciones intencionales de los procedimientos.

El resultado de una evaluación de riesgo debe ser un inventario de acciones, por orden de prioridad, para desarrollar, mantener o mejorar controles. La **Tabla XXIV** muestra que los esfuerzos para el control y la urgencia deben ser proporcionales al riesgo, y será usada para establecer el plan de acción.



### 3. DESARROLLO

#### 3.1 Determinación de los puestos críticos

En base a la estadística de accidentes documentada en el período 09/2019 al 05/2021 y mediante la **Ecuación 1**, fueron calculados los Índices de Accidentabilidad, todos estos datos son mostrados en la **Tabla XXV** para cada uno de los puestos de trabajo y para el período considerado:

Sector	Cantidad de trabajadores	Cantidad de accidentes	Índice de accidentabilidad
Ajuste	7	3	0,43
Almacenamiento de piezas	3	0	0
Expedición	3	1	0,33
Herrería	3	2	0,67
Materia prima	2	0	0
Mecanizado de piezas	27	6	0,22
Montaje	15	3	0,2
Puesta a punto y prueba funcional	4	0	0
Pulido	3	1	0,33
Acabado superficial	3	2	0,67

**Tabla XXV - Estadística de accidentes documentada - Fuente:** <https://www.asociart.com.ar/>

Del análisis de los valores de la **Tabla XXV**, se observa que los PTC están representados por los sectores de Ajuste, Herrería y Acabado superficial, sectores cuyas condiciones y medio ambiente laboral serán evaluados en el presente TF.

#### 3.2 Sector de Ajuste

En esta sección se analizarán y evaluarán todos los riesgos relevados en el sector de ajuste, asimismo, se propondrán las medidas correctivas en los casos que correspondan.

##### 3.2.1 Riesgos en el sector de ajuste

En la **Tabla XXVI** son mostrados los riesgos típicos en este sector y su relación con diferentes peligros, a su vez, cada uno de ellos fueron codificados para facilitar el análisis y la identificación, más adelante, en este TF.

Tipo de factor	Peligro	Riesgo	Código de riesgo
----------------	---------	--------	------------------

<b>Factores tecnológicos y de infraestructura</b>	Uso de elementos cortantes para rebabar y manipulación de piezas	Cortes	A1
	Proyección de partículas al agujerear	Heridas por proyección de partículas	A2
	Proyección de partículas por limpieza con aire comprimido	Heridas por proyección de partículas	A3
	Trabas de mechas en piezas al agujerear	Golpes en las manos	A4
	Acumulación de virutas en la agujereadora	Atrapamiento de manos	A5
	Desorden	Caídas al mismo nivel y golpes	A6
<b>Factores físicos</b>	Ruidos	Perdida de la sensibilidad	A7
	Iluminación deficiente	Trastornos oculares, fatiga, dolor de cabeza, golpe con obstáculos, caídas	A8
<b>Factores ergonómicos</b>	Posturas forzadas	Desarrollo de TME	A9
<b>Factores químicos</b>	Sustancias químicas en el ambiente laboral	Exposición a compuestos venenosos, irritantes o corrosivos	A10

**Tabla XXVI - Relación riesgos-peligros en el sector de ajuste - Fuente: Propia**

### **3.2.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el puesto de ajuste**

Como fue mostrado arriba, este factor representa la mayor cantidad de riesgos en el sector de ajuste, seguidamente, serán descriptos y mostrados en fotos cada uno de ellos, de tal modo que, puedan ser entendidos por el lector.

1. Las tareas llevadas a cabo en el sector de ajuste implican normalmente la manipulación de piezas con rebabas y el uso de herramientas que tienen un gran filo para poder rebabarlas, de ahí que, no es factible modificar el proceso o utilizar otro tipo de herramientas que no tengan filo, por eso, su utilización está relacionada a la posibilidad de producir heridas cortantes, especialmente en las manos. En la Imagen A de la **Foto 2** son mostradas algunas de estas herramientas. Este riesgo fue codificado como A1 en la **Tabla XXVI**.

2. En este sector hay dos agujereadoras de banco que son utilizadas asiduamente y que dan origen a la posibilidad de causar heridas, principalmente en los ojos, puesto que, en muchas ocasiones no se respeta el uso de antiparras de seguridad. En la Imagen B de la **Foto 2** son mostradas las mismas. Este riesgo fue codificado como A2 en la **Tabla XXVI**.

3. Las tareas llevadas a cabo en el sector de ajuste implican normalmente la limpieza de virutas luego de tareas de agujereado y/o roscado. Las pistolas de aire convencionales, que son muy sensibles, liberan un gran caudal de aire a la presión de línea, a causa de ello, existe la posibilidad de que esto cause lesiones, principalmente en los ojos, por proyección de partículas, puesto que, en muchas ocasiones no se respeta el uso de antiparras de seguridad. En la Imagen C de la **Foto 2** es mostrada una pistola de aire. Este riesgo fue codificado como A3 en la **Tabla XXVI**.

4. Al usar las agujereadoras de banco, por una cuestión de simplicidad y ahorro de tiempo, los trabajadores tienen el hábito de tomar las piezas con la mano al momento de hacer operaciones como por ejemplo hacer, agrandar o profundizar agujeros, y al ir perdiendo filo las mechas, se corre el riesgo de que se traben dentro de la pieza, cuando esto ocurre la pieza empieza a girar junto con el cabezal de la maquina lo que puede ocasionar lesiones en los miembros superiores, principalmente en las manos. En la Imagen D de la **Foto 2** es mostrado un operario trabajando de esta manera. Este riesgo fue codificado como A4 en la **Tabla XXVI**.

5. Cuando son usadas las agujereadoras de banco, especialmente al realizar agujeros profundos, si el trabajador no se toma el trabajo de ir limpiando la viruta que se va acumulando alrededor de la mecha, se corre el riesgo de que esta viruta, al girar, atrape las manos. En la Imagen E de la **Foto 2** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como A5 en la **Tabla XXVI**.

6. La forma que fue adoptada para disponer los bancos de trabajo y la maquinaria usada en el sector, provocan cierto desorden, en especial cuando hay mucha carga laboral, este desorden afecta la circulación de las personas y el espacio en general, promoviendo aún más desorden y ocasionando este riesgo. En la Imagen F de la **Foto 2** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como A6 en la **Tabla XXVI**.



**Foto 2 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de ajuste - Fuente: Propia**

### 3.2.3 Evaluación de los factores físicos en el puesto de ajuste

Los factores físicos que serán evaluados en el presente TF son ruido e iluminación, de modo que, los demás factores físicos quedarán fuera del alcance de este.

#### 3.2.3.1 Evaluación de ruidos en el puesto de ajuste

El nivel de ruido producido en este sector, por ser la mayoría de tareas manuales, es bajo, sin embargo, los trabajadores están expuestos al ruido de fondo producido principalmente en el sector de mecanizado, de ello resulta que, están expuestos a un bullicio de fondo que los afecta durante toda la jornada laboral. Este riesgo fue codificado como A7 en la **Tabla XXVI**.

El resultado de la medición arrojó un Nivel de Presión Acústica integrado de 75,0 dBA.

Los valores de la medición del ruido en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición del ruido, mostrado en la **Figura I** adjuntada en el **ANEXO**, y aprobado por la Resolución SRT 85/12, asimismo, en la **Foto 1** adjuntada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

#### 3.2.3.2 Evaluación de la iluminación en el puesto de ajuste

La E media fue seleccionada de la **Tabla II** según lo establecido en el Decreto 351/79 en su Anexo IV, según el tipo de edificio, local y tarea visual. De ahí que, son seleccionados

300 Lux como valor mínimo de servicio de iluminación general para los sectores libres de máquinas que solo se utilizan para circulación y 500 Lux de iluminación localizada en los bancos de trabajo, donde, la tarea visual realizada requiere una gran visualización de detalles, por tratarse de trabajos mecánicos finos. Este riesgo fue codificado como A8 en la **Tabla XXVI**.

Con el propósito de, establecer el número de puntos de medición para evaluar la iluminación general, será aplicado el método de las cuadrículas, expuesto en el **MARCO TEÓRICO**. Aplicando la **Ecuación 3** y de acuerdo a las dimensiones del sector mostradas en la **Figura II** presente en la introducción se procederá a calcular el índice de local, donde;

Largo= 14m

Ancho= 5m

Altura del montaje= 4m

Entonces;

$$x = \frac{14m \times 5m}{4m \times (14m + 5m)} = 0,92$$

Excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de **x** es 4, por lo tanto, el valor de x es redondeado a 1.

Aplicando la **Ecuación 4**, es obtenido el número mínimo de puntos de medición;

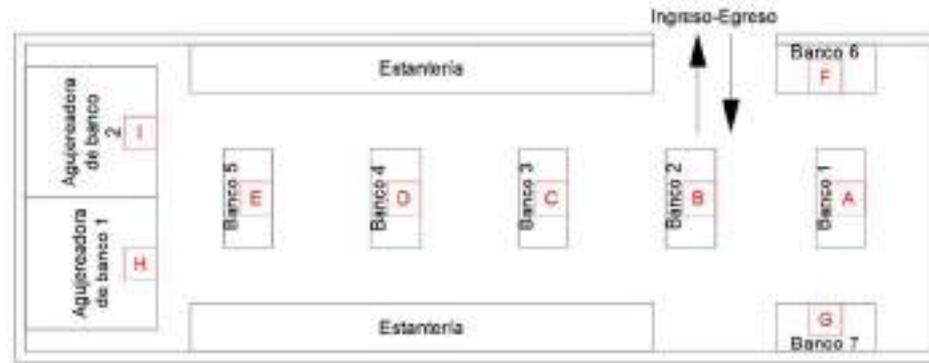
$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Entonces, para establecer los 9 puntos de medición, esta área ha sido dividida como se muestra en la **Figura XXI**, asimismo, también son mostrados los valores medidos en cada cuadrícula.



**Figura XXI - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de ajuste**  
- Fuente: Propia

En la **Figura XXII**, son mostrados los puntos donde fueron realizadas las mediciones de acuerdo a la disposición de los bancos de trabajo, que son los lugares donde se necesita iluminación localizada.



**Figura XXII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de ajuste - Fuente: Propia**

Es importante aclarar que los cálculos establecidos por la normativa Argentina deben ser realizados con los valores de iluminación general, de ello resulta que, para calcular la E Media serán usados los valores de iluminación de cada cuadrícula, mostrados en la **Figura XXI**, entonces, utilizando la **Ecuación 5** la E media resulta:

$$E \text{ Media} = 314 \text{ Lux}$$

Con el valor de E Media, se procede a verificar el resultado según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 300 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "*se cumple con la iluminancia media requerida*".

Una vez obtenida la E Media, se procede a verificar, mediante la **Ecuación 6**, la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, donde E Mínima medida es 188 Lux, por lo tanto, "*se cumple con la uniformidad requerida*".

Luego, se procede a verificar que la iluminancia localizada cumpla con lo requerido por el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 500 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "*se cumple con la iluminancia localizada requerida*".

Los valores de la medición de la iluminación en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición de la iluminación, mostrado en la **Figura II** adjuntada en el

**ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 84/12, asimismo, en la **Foto 2** adjuntada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

### 3.2.4 Evaluación de factores ergonómicos en el puesto de ajuste

Las tareas en el sector de ajuste se caracterizan por ser repetitivas, sin llegar a ser mono tareas, debido a que a cada trabajador se le asigna un gran número de la misma pieza para realizar principalmente tareas de pulido y rebabado de las mismas. Estas tareas implican posiciones de trabajo que suponen que una o varias partes del cuerpo dejan de estar en una posición natural para pasar a una posición forzada.

Será seleccionada para la evaluación de la postura forzada una de las tareas que supone la carga postural más elevada, de acuerdo, a entrevista realizada a los trabajadores. Esta postura forzada será evaluada mediante el método RULA expuesto en el **MARCO TEÓRICO**, ya que, las tareas llevadas a cabo en éste sector exigen principalmente posturas forzadas de los miembros superiores.

Ésta tarea está basada en el pulido de una pieza llamada "caño de bajada", tarea realizada en la agujereadora de banco con una herramienta llamada "polea para pulir".

Ésta tarea reportada por los propios trabajadores y que puede potencialmente ser causante de TME fue codificada como A9 en la **Tabla XXVI**.

#### 3.2.4.1 Evaluación de carga postural al pulir con polea el caño de bajada

La pieza es fabricada en el sector de mecanizado y luego remitida al sector de ajuste para realizar tareas de pulido y rebabado. Ésta es realizada en bronce, su peso aproximado es de 300 gramos, además, la cantidad normal de caños de bajada que son ajustados por año son 10000, realizándose en tandas de 2500 por vez, de ello resulta que, esta tarea representa una carga de trabajo de 4 horas diarias durante 5 días seguidos, es decir, esta tarea es realizada de forma trimestral. En la **Foto 3** es mostrada la pieza luego del proceso de mecanizado.



**Foto 3 - Caño de bajada - Fuente: Propia**

Para ver el video de esta tarea seguir el siguiente vínculo:  
[https://youtu.be/ZS\\_1k2LWPSs](https://youtu.be/ZS_1k2LWPSs)

La **Foto 4** muestra los ángulos de los miembros superiores que son necesarios para analizar, mediante el método RULA, el "Grupo A".



**Foto 4 - Ángulos del Grupo A - Fuente: Propia**

En la **Tabla XXVII**, son mostradas las puntuaciones asignadas a cada segmento corporal del "Grupo A", asimismo, puede observarse la puntuación global para este grupo.

<b>Brazo</b>			
<b>Posición</b>	extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°	2	<b>Foto 4 - Imagen A</b>
<b>Corrección</b>	No corresponde corrección	0	<b>Foto 4 - Imagen B</b>
<b>Puntuación= 2</b>			
<b>Antebrazo</b>			
<b>Posición</b>	flexión <60° ó >100°	2	<b>Foto 4 - Imagen C</b>
<b>Corrección</b>	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo	1	<b>Foto 4 - Imagen D</b>
<b>Puntuación= 3</b>			
<b>Muñeca</b>			
<b>Posición</b>	Si está en posición neutra respecto a flexión	1	<b>Foto 4 - Imagen E</b>
<b>Corrección</b>	No corresponde corrección	0	<b>Foto 4 - Imagen F</b>
<b>Puntuación= 1</b>			
<b>Giro de la muñeca</b>			
<b>Posición</b>	Si existe pronación o supinación en rango	1	<b>Foto 4 - Imagen G</b>
<b>Puntuación= 1</b>			

**Puntuación global del Grupo A= 3**

**Tabla XXVII - Puntuación global del Grupo A - Fuente: Propia**

La **Foto 5** muestra los ángulos de las piernas, tronco y cuello que son necesarios para analizar mediante el método RULA el "Grupo B".



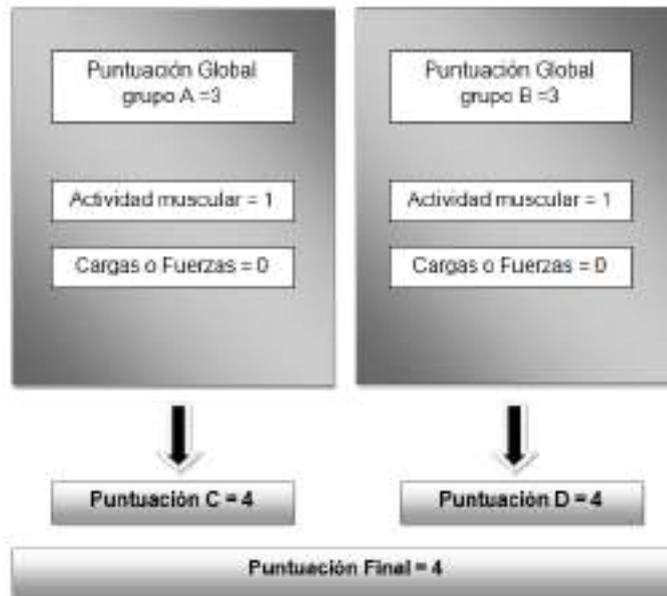
**Foto 5 - Ángulos del Grupo B - Fuente: Propia**

En la **Tabla XXVIII**, son mostradas las puntuaciones asignadas a cada segmento corporal del "Grupo B", asimismo, puede observarse la puntuación global para este grupo.

<b>Cuello</b>			
<b>Posición</b>	Para flexión mayor de 20°	3	<b>Foto 5 - Imagen A</b>
<b>Corrección</b>	No corresponde corrección	0	<b>Foto 5 - Imagen B</b>
<b>Puntuación= 3</b>			
<b>Tronco</b>			
<b>Posición</b>	Si está flexionado entre 0° y 20°	2	<b>Foto 5 - Imagen C</b>
<b>Corrección</b>	No corresponde corrección	0	<b>Foto 5 - Imagen D</b>
<b>Puntuación= 2</b>			
<b>Piernas</b>			
<b>Posición</b>	Sentado, con pies y piernas bien apoyados	1	<b>Foto 5 - Imagen E</b>
<b>Puntuación= 1</b>			
<b>Puntuación global del Grupo B= 3</b>			

**Tabla XXVIII - Puntuación global del Grupo B - Fuente: Propia**

Luego, se deberán modificar las puntuaciones globales de ambos grupos, de acuerdo, al tipo de actividad muscular desarrollada y de la fuerza aplicada. En la **Figura XXIII** son mostrados los incrementos para cada grupo, asimismo, la puntuación global.



**Figura XXIII - Puntuación final - Fuente: Propia**

Puesto que, el resultado de la puntuación final es 4, de ello resulta que, "*pueden requerirse cambios en la tarea y es necesario profundizar en el estudio*", según, la **Tabla XXI** presente en el **MARCO TEÓRICO**.

El protocolo de ergonomía es mostrado en la **Figura III** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 886/15.

### 3.2.5 Evaluación de los factores químicos en el puesto de ajuste

La sustancia química cuya concentración se quiere determinar en este sector es el benceno, puesto que, son usados normalmente solventes y lubricantes para tareas de limpieza de piezas y operaciones tales como roscado manual, este riesgo fue codificado como A10 en la **Tabla XXVI**.

La medición de sustancias químicas en el ambiente laboral fue realizada por un laboratorio habilitado, de modo que, el informe fue realizado por el mismo y dio como resultado que, "*los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la Resolución 295/03, Anexo IV*".

El protocolo de medición de contaminación es mostrado en la **Figura V** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 861/15, asimismo, en la **Foto 3**, también mostrada en el **ANEXO** se puede observar el instrumento utilizado para la realización de la medición.

**3.2.6 Evaluación de riesgos en el sector de ajuste mediante la matriz IPERC**

En la **Figura XXIV** es mostrada la matriz que permite evaluar los riesgos en este sector.

ASPECTO	FILIADO	EVALUACIÓN DE RIESGOS						NIVEL DE RIESGO GLOBAL	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL					REQUISITO LEGAL
		Probabilidad de ocurrencia			Severidad del daño				Eliminación	Substitución	Control de ingeniería	Control Administrativo	EPP	
		1 Muy poco probable	2 Poco probable	3 Probable	1 Ligeros daños	2 Daños	3 Extensos daños							
Factor biológico y de fracturas	A1			*	*			3				*	*	Decreto 35179
Factor biológico y de fracturas	A2		*			*		4	*		*			Decreto 35179
Factor biológico y de fracturas	A3		*			*		4			*	*	*	Decreto 35179
Factor biológico y de fracturas	A4		*		*			3	*		*	*		Decreto 35179
Factor biológico y de fracturas	A5		*			*		4	*		*			Decreto 35179
Factor biológico y de fracturas	A6		*		*			3				*		Decreto 35179

**Figura XXIV – Matriz IPERC del sector de ajuste - Fuente: Propia**

**3.2.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el área de ajuste**

En esta sección, serán expuestas las propuestas de mejoras para mitigar o eliminar los riesgos en el sector de ajuste, de acuerdo, al código asignado a cada uno de ellos en la **Tabla XXVI**, asimismo, serán justificadas estas propuestas de mejora y serán presentados los costos asociados a cada una de ellas.

**3.2.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo A1 y su costo**

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en incorporar la utilización obligatoria de EPP. El EPP adecuado para este tipo de tareas es el guante tejido anti corte con baño completo de nitrilo, que brinda una protección adecuada para manipular elementos cortantes y al mismo tiempo no se ve afectada la habilidad requerida por las manos. De ahí que, debe ser reforzada la obligatoriedad de su uso mediante la utilización de "*Señales de Obligación*" en cada banco de trabajo y "*Capacitación*" de los operarios, a fin de que, los mismos acepten su uso como una práctica habitual e irrenunciable, que forma parte de sus actividades en el sector. Antes que nada, es importante recordar la cantidad de bancos de trabajo en este sector es de siete, y que la cantidad de trabajadores es de siete más un supervisor, por eso, el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XXIX**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de obligación		14	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		14	<b>Costo total</b>

**Tabla XXIX - Propuestas para el riesgo A1 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.2.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo A2 y su costo

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en la instalación de un "Resguardo Móvil", para permitir principalmente la carga y descarga manual de piezas. Antes que nada, es importante recordar que el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XXX**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Resguardo móvil		90	Propia
		90	<b>Costo total</b>

**Tabla XXX - Propuestas para el riesgo A2 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.2.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo A3 y su costo

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en el cambio de las pistolas de aire convencionales por "*Pistolas de Dosificación Fina y Progresiva*" que permiten una dosificación fina y continua del chorro de aire lo que evita que salga un gran caudal de aire del pico de la pistola a gran presión, disminuyendo la ocurrencia de este tipo de accidentes, del mismo modo, debe ser reforzada la obligatoriedad del uso de antiparras de seguridad mediante la utilización de "*Señales de Obligación*" en cada banco de trabajo y "*Capacitación*" de los operarios, a fin de que, los mismos acepten su uso como una práctica habitual e irrenunciable, que forma parte de sus actividades en el sector. Antes que nada, es importante recordar que la cantidad de bancos de trabajo en este sector es de siete, y que el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XXXI**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
-----------	--------------	-------------	--------

Pistolas de dosificación fina y progresiva, marca Festo		180	Festo
Señal de obligación		14	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		194	<b>Costo total</b>

**Tabla XXXI - Propuestas para el riesgo A3 y su costo - Fuente: Propia**

#### 3.2.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo A4 y su costo

En vez de utilizar las manos se debería implementar de manera obligatoria el uso de "Morsas" que vienen preparadas para ser fijadas en el banco de la agujereadora, a fin de que, no sean usadas las manos para sostener las piezas cuando se requiera realizar estas operaciones, del mismo modo, debe ser reforzada el uso correcto de estas máquinas, impartiendo "Capacitación" a los operarios, a fin de que, los mismos acepten su uso como una práctica habitual e irrenunciable, que forma parte de sus actividades en el sector. Antes que nada, es importante recordar el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XXXII**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Morsa		350	Bulferod
Capacitación	-	0	Propia
		350	<b>Costo total</b>

**Tabla XXXII – Propuestas para el riesgo A4 y su costo - Fuente: Propia**

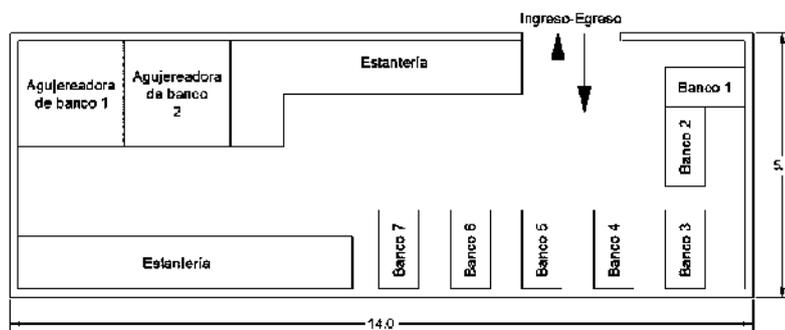
#### 3.2.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo A5 y su costo

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en la instalación de un "Resguardo Móvil", para permitir principalmente la carga y descarga manual de piezas.

La solución propuesta para el riesgo A2, esto es, "Resguardo Móvil" es válida para este riesgo, ya que, la instalación del mismo evitará que los trabajadores puedan introducir las manos cerca de la zona de trabajo, por lo tanto, la posibilidad de atrapamiento será eliminada.

### 3.2.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo A6 y su costo

Para mitigar este riesgo es propuesta una "Nueva Disposición" de los bancos de trabajo y herramental dentro del sector para aprovechar mejor los espacios, por consiguiente, esta reorganización permite mejorar la utilización del espacio, esto posibilitará instalar estanterías más grandes para facilitar el guardado de piezas para su posterior procesamiento, igualmente, al mejorar esta disposición habrá más espacio para la circulación de personas, a su vez, debe ser reforzada la necesidad de mantener el orden con la instalación de cuatro "Señales de Obligación" alrededor de todo el sector. En la **Figura XXV**, es mostrado lo arriba expuesto.



**Figura XXV - Disposición propuesta para el riesgo A6 - Fuente: Propia**

En este caso el costo asociado a esta propuesta será calculado en base a la estimación del tiempo que llevará adoptar esta nueva disposición, que corresponde al precio de la mano de obra dentro de la misma empresa, porque, esto puede ser realizado por los mismos trabajadores del sector. Puesto que se trata de acomodar las instalaciones y acomodar los bancos y herramental usado en el sector, desde nuestro punto de vista, este trabajo llevará dos días. El precio de mano de obra de un técnico calificado en el rubro metalúrgico es de aproximadamente 700U\$/mes y se necesitan 7 personas para llevar a cabo la tarea. Entonces, en base a los datos anteriores, es mostrado en la **Tabla XXXIII** el costo asociado a esta propuesta.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Nueva disposición	-	250	Propia

Señales de obligación		8	Mercado Libre
		258	<b>Costo total</b>

**Tabla XXIII - Propuestas para el riesgo A6 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.2.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo A7 y su costo

A pesar de que el nivel de presión acústica integrado que fue medido en esta área está dentro de los límites admisibles, el bullicio de fondo presente durante toda la jornada laboral, es un factor que promueve el malestar de los trabajadores, y ya que, uno de los objetivos específicos que fue planteado en este trabajo es minimizar los efectos de los distintos factores sobre los trabajadores, se propone la instalación de un “*Cerramiento de Aluminio con Techo de Durlock*” ayudará a disminuir el bullicio de fondo en 5,2 dBA, en efecto, fue realizada una medición en una oficina que está dentro del ámbito de producción y que tiene un cerramiento de este tipo, verificándose esta reducción, este valor puede ser visto en el protocolo de medición de ruidos mostrado en la **Figura I** adjuntada en el **ANEXO**. En la **Tabla XXXIV**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Cerramiento de aluminio con techo de Durlock		6000	Carpintería Salvini
		6000	<b>Costo total</b>

**Tabla XXXIV - Propuestas para el riesgo A7 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.2.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo A8 y su costo

La iluminancia media y la uniformidad de la iluminancia cumple con lo exigido por el Decreto 351/79 en su Anexo IV, por lo tanto, no se propondrá ninguna mejora para este riesgo. Para iluminar los bancos de trabajo son usados tubos fluorescentes que brindan la iluminación localizada que los trabajadores necesitan de acuerdo a la exigencia que la tarea visual requiere.

### 3.2.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo A9 y su costo

Posturas forzadas: si bien cada operario tiene su técnica de trabajo para realizar la

tarea, las posturas de los brazos, antebrazos, las muñecas, cuello, tronco y piernas son prácticamente inevitables, por eso, la propuesta de mejora está basada en la implementación de las "Recomendaciones Generales" mostradas en la **Tabla XXXV**.

<b>Propuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Duración</b>
Plan de rotación para disminuir la carga postural sobre un mismo trabajador	2 veces/día	2 hs
Evaluar el desempeño de cada uno al realizar la tarea para seleccionar a aquellos que sean más adecuados para la misma	1 vez/mes	8 hs
Evitar la misma postura durante toda la jornada laboral ya que los cambios van a resultar beneficiosos	2 veces/día	2 hs
Realizar micro pausas de descanso	8 veces/día	10 min
Realizar sesiones de capacitación para conocer las pautas de trabajo seguro que puedan evitar las lesiones por posturas forzadas	2 veces/año	1 hs
Realizar reconocimientos médicos para prevenir posibles lesiones musculoesqueléticas	1 vez/año	1 hs
Durante los descansos implementar una rutina de movimientos suaves de estiramientos	8 veces/día	5 min
Alternar la posición de pie con la de sentado para reducir la fatiga	8 veces/día	30 min
	<b>Costo total</b>	0

**Tabla XXXV - Propuestas para el riesgo A9 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.2.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo A10 y su costo

La concentración medida de benceno en el ambiente laboral cumple con el límite admisible establecido por la Resolución 295/03, Anexo IV, por lo tanto, no se propondrá ninguna medida correctiva.

## 3.3 Puesto de herrería

En esta sección se analizarán y evaluarán todos los riesgos relevados en el sector de herrería, asimismo, se propondrán las medidas correctivas en los casos que correspondan.

### 3.3.1 Riesgos en el sector de herrería

En la **Tabla XXXVI** son mostrados los riesgos típicos en este sector y su relación con diferentes peligros.

<b>Tipo de factor</b>	<b>Peligro</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Código de</b>
-----------------------	----------------	---------------	------------------

<b>Factores tecnológicos y de infraestructura</b>	Uso de guillotina	Amputación de extremidades	H1
	Uso de plegadora	Amputación de extremidades	H2
	Uso despuntadora	Amputación de extremidades	H3
	Uso de roladora	Atrapamiento de manos	H4
	Uso de amoladora	Cortes, quemaduras en piel y ojos	H5
	Desorden	Caídas al mismo nivel y golpes	H6
	Cableado deficiente en los bancos de trabajo	Riesgo de choque eléctrico	H7
	Operaciones de soldadura	Electrocución, quemaduras en piel y ojos, proyección de partículas calientes	H8
<b>Factores físicos</b>	Ruidos	Perdida de la sensibilidad auditiva	H9
	Iluminación deficiente	Trastornos oculares, fatiga, dolor de cabeza, golpe con obstáculos, caídas	H10
<b>Factores químicos</b>	Emanación de gases y vapores debido a operaciones de soldadura	Saturación del ambiente laboral con aire contaminado	H11

**Tabla XXXVI - Relación riesgos-peligros en el sector de herrería - Fuente: Propia**

### 3.3.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de herrería

Como fue mostrado arriba, este factor representa la mayor cantidad de riesgos en el sector de herrería, seguidamente, serán descriptos y mostrados en fotos cada uno de ellos, de tal modo que, puedan ser entendidos por el lector.

1. En este sector hay una guillotina que es utilizada asiduamente y que da origen a este riesgo debido a que no posee una barrera que impida que el trabajador pueda introducir las manos hasta la cuchilla. En la Imagen A de la **Foto 6** es mostrada esta máquina. Este riesgo fue codificado como H1 en la **Tabla XXXVI**.

2. En este sector hay una plegadora que es utilizada asiduamente y que da origen a este riesgo, ya que, el trabajador debe introducir las chapas a plegar manualmente, sosteniéndolas hasta que la mismas son plegadas y por el funcionamiento de la misma no

puede agregarse ningún tipo de resguardo que impida el acceso de los mismos a la matriz. En la Imagen B de la **Foto 6** es mostrada esta máquina. Este riesgo fue codificado como H2 en la **Tabla XXXVI**.

3. En este sector hay una despuntadora que es utilizada asiduamente y que da origen a este riesgo, ya que, no posee una barrera que impida que el trabajador pueda introducir las manos hasta la cuchilla. En la Imagen C de la **Foto 6** es mostrada esta máquina. Este riesgo fue codificado como H3 en la **Tabla XXXVI**.

4. En este sector hay una roladora que es utilizada asiduamente y que da origen a este riesgo, pues, por el funcionamiento de la misma no puede agregarse ningún tipo de resguardo que impida el acceso de los trabajadores a los rodillos. En la Imagen D de la **Foto 6** es mostrada esta máquina. Este riesgo fue codificado como H4 en la **Tabla XXXVI**.

5. En este sector son utilizadas amoladoras para realizar, generalmente, corte de chapas, a causa de ello, está presente este riesgo. En la Imagen E de la **Foto 6** es mostrada esta máquina. Este riesgo fue codificado como H5 en la **Tabla XXXVI**.

6. La manera adoptada para disponer los bancos de trabajo y la maquinaria usada en el sector, provocan cierto desorden, en especial cuando hay mucha carga laboral, este afecta la circulación de las personas y el espacio en general, promoviendo aún más desorden y ocasionando este riesgo. En la Imagen F de la **Foto 6** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como H6 en la **Tabla XXXVI**.

7. En los bancos de trabajo del sector se ha constatado que algunos cables no se encuentran canalizados como corresponde, a causa de ello, está presente este riesgo. En la Imagen G de la **Foto 6** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como H7 en la **Tabla XXXVI**.

8. Las actividades de soldadura se encuentran entre las principales llevadas a cabo en el sector, a causa de ello, está presente este riesgo. Los tipos de soldadoras utilizadas son MIG, TIG, Eléctrica, Soldadora de punto y Soldadura Oxiacetilénica. En la Imagen H de la **Foto 6** son mostradas estas máquinas. Este riesgo fue codificado como H8 en la **Tabla XXXVI**.



### **Foto 6 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de herrería - Fuente: Propia**

#### **3.3.3 Evaluación de los factores físicos en el puesto de herrería**

Los factores físicos que serán evaluados en el presente TF son ruido e iluminación, de modo que, los demás factores físicos quedarán fuera del alcance de este.

##### **3.3.3.1 Evaluación de ruidos en el puesto de herrería**

El nivel de ruido producido en este sector, por estar la mayoría de tareas relacionadas a operaciones de soldadura, es bajo, sin embargo, los trabajadores están expuestos al ruido de fondo producido principalmente en el sector de mecanizado, de ello resulta que, están expuestos a un bullicio de fondo que los afecta durante toda la jornada laboral. Este riesgo fue codificado como H9 en la **Tabla XXXVI**.

El resultado de la medición arrojó un Nivel de Presión Acústica integrado de 75,6 dBA.

Los valores de la medición del ruido en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición del ruido mostrado en la **Figura I** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 85/12, asimismo, en la **Foto 1** ubicada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

##### **3.3.3.2 Evaluación de la iluminación en el puesto de herrería**

La E media fue seleccionada de la **Tabla II**, según, lo establecido en el Decreto 351/79 en su Anexo IV, según el tipo de edificio, local y tarea visual. De ahí que, son seleccionados 300 Lux como valor mínimo de servicio de iluminación general para los sectores libres de máquinas que solo se utilizan para circulación y 500 Lux de iluminación localizada en los bancos de trabajo, donde, la tarea visual realizada requiere una gran visualización de detalles, por tratarse de trabajos mecánicos finos. Este riesgo fue codificado como H10 en la **Tabla XXXVII**.

Con el propósito de, establecer el número de puntos de medición para evaluar la iluminación general, será aplicado el método de las cuadrículas, expuesto en el **MARCO TEÓRICO**. Aplicando la **Ecuación 3**, y de acuerdo a las dimensiones del sector mostradas en la **Figura III** presente en la **INTRODUCCIÓN** se procederá a calcular el índice de local, donde;

Largo= 8,5m

Ancho= 8m

Altura del montaje= 4m

Entonces;

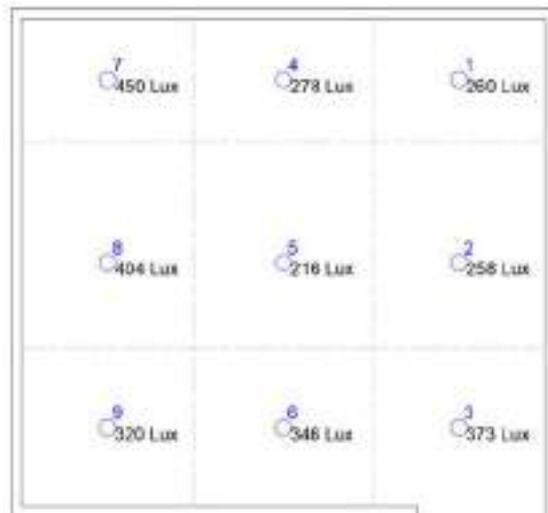
$$x = \frac{8,5m \times 8m}{4m \times (8,5m + 8m)} = 1,03$$

Excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de **x** es 4, por lo tanto, el valor de x es redondeado a 1.

Aplicando la **Ecuación 4**, es obtenido el número mínimo de puntos de medición:

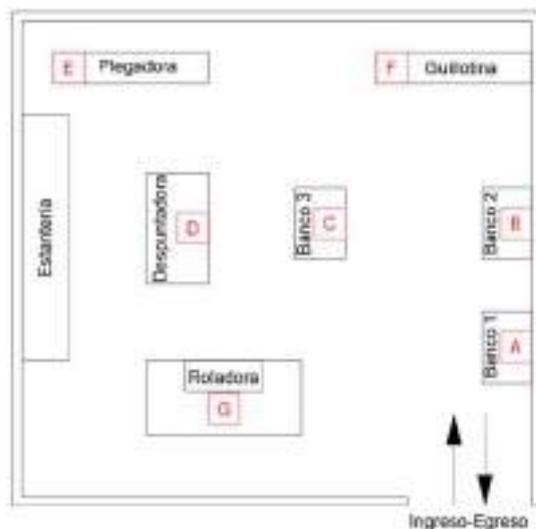
$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Entonces, para establecer los 9 puntos de medición, esta área ha sido dividida como se muestra en la **Figura XXVI**, asimismo, también son mostrados los valores medidos en cada cuadrícula.



**Figura XXVI - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de herrería - Fuente: Propia**

En la **Figura XXVII**, son mostrados los puntos donde fueron realizadas las mediciones de acuerdo a la disposición de los bancos de trabajo, que son los lugares donde se necesita iluminación localizada.



**Figura XXVII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de herrería - Fuente: Propia**

Es importante aclarar que los cálculos establecidos por la normativa Argentina deben ser realizados con los valores de iluminación general, de ello resulta que, para calcular la E Media serán usados los valores de iluminación de cada cuadrícula, mostrados en la **Figura XXVI**, entonces, utilizando la **Ecuación 5** la E media resulta:

$$E \text{ Media} = 322 \text{ Lux}$$

Con el valor de E Media, se procede a verificar el resultado según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 300 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "se cumple con la iluminancia media requerida".

Una vez obtenida la E Media, se procede a verificar, mediante la **Ecuación 6**, la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, donde E Mínima medida es 216 Lux, por lo tanto, "se cumple con la uniformidad requerida".

Luego, se procede a verificar que la iluminancia localizada cumpla con lo requerido por el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 500 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "se cumple con la iluminancia localizada requerida".

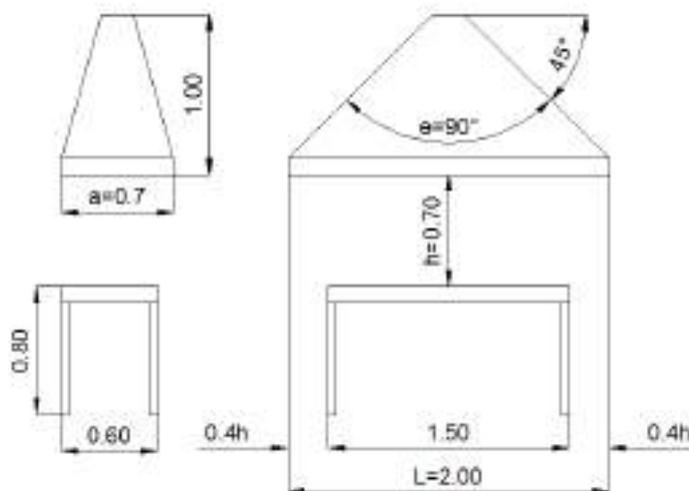
Los valores de la medición de la iluminación en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición de la iluminación mostrado en la **Figura II** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 84/12, asimismo, en la **Foto 2** ubicada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

### 3.3.4 Evaluación de la emanación de gases y vapores en el puesto de herrería

Debido a la ausencia de campanas de extracción en los bancos de trabajo, durante el proceso de soldadura los gases contaminantes son liberados en el ambiente. Este riesgo fue codificado como H11 en la **Tabla XXXVI**.

Seguidamente, serán proyectadas las campanas que deben ser instaladas sobre los bancos de trabajo, donde se realizan las tareas de soldadura y el tendido del sistema de extracción de humos de soldadura, con el objeto de, asegurar la calidad del aire dentro del sector. Antes que nada, es importante recordar que la cantidad de bancos de trabajo son tres y todos son del mismo tamaño, por eso, la campana proyectada será válida para todos ellos.

En la **Figura XXVIII**, son mostradas las dimensiones que poseen los bancos de trabajo y las campanas que deberían instalarse sobre estos.



**Figura XXVIII - Dimensiones de los bancos de trabajo y las campanas del sector de herrería - Fuente: Propia**

Seguidamente, de la **Tabla III** mostrada en el **MARCO TEÓRICO**, debe ser determinado el valor de  $V$  y una vez hecho esto mediante la aplicación de la **Ecuación 7** se procederá a calcular el caudal, donde;

$V$ = Velocidad de control=0,75m/seg

$L$ = Dimensión paralela a la pared= 1,5m

$a$ = Dimensión perpendicular a la pared= 0,7m

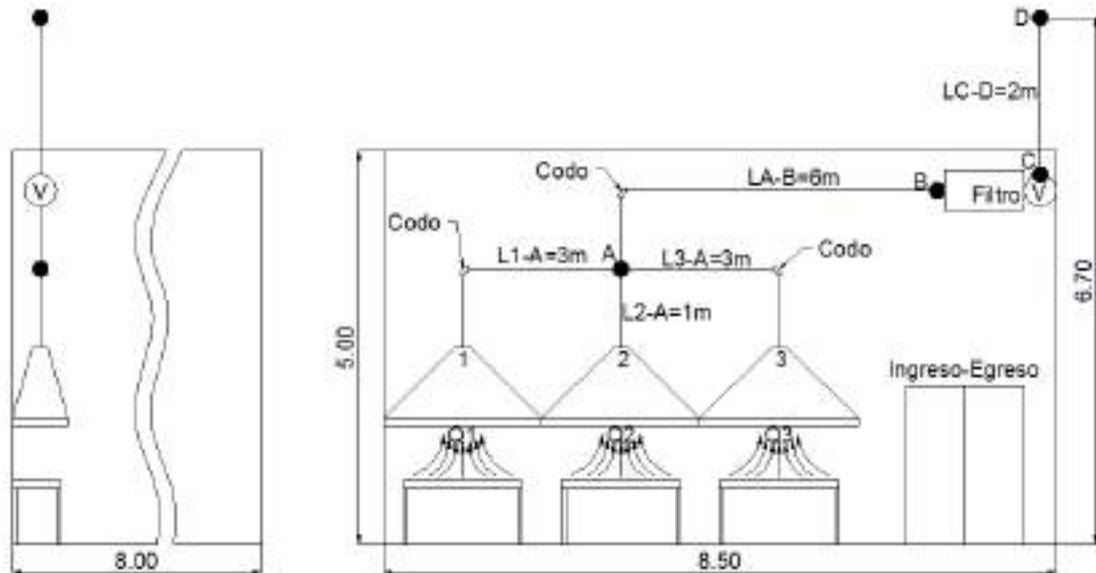
$h$ = Distancia entre la campana y el banco de trabajo= 0,7m

Entonces;

## DESARROLLO

$$Q = 0,75 \frac{m}{seg} \times (2m + 2 \times 0,7m) \times 0,7m = 1,785 \frac{m^3}{seg}$$

Antes de comenzar con el diseño de los conductos de ventilación se deberá elegir el tendido de cañerías de ventilación, el cual, se diseñará de acuerdo a la disposición propuesta en la **Sección 3.3.7.6**. En la **Figura XXIX** se muestran los esquemas del tendido de conductos y las dimensiones necesarias para la realización del cálculo.



**Figura XXIX - Esquema del tendido de conductos - Fuente: Propia**

El filtro seleccionado para esta aplicación es un filtro de la Marca: ESTA, Modelo: WELDEX FE 225 (link en bibliografía), que es un filtro especialmente diseñado para humos de soldadura.

Para empezar, se elegirá, de acuerdo al procedimiento explicado en el **MARCO TEÓRICO**, el ramal que representa la mayor pérdida, el cual, en este caso es el 1-A o el 3-A, ya que, ambos son exactamente iguales.

En la **Tabla XXXVII**, son mostrados los valores de todos los parámetros como resultado del cálculo explicado en el **Marco Teórico**.

Tramo 1-A - Iteración 1			Tramo 1-A - Iteración 2			Tramo 2-A			Tramo 3-A - Iteración 1			Tramo 3-A - Iteración 2						
Paso N°	Parámetro	Valor	Paso N°	Parámetro	Valor	Paso N°	Tramo 2-A		Paso N°	Tramo 3-A		Paso N°	Parámetro	Valor				
i	M 1-A(m)	3	VI	M 1-A(m)	3	IV	M 2-A(m)	1	IV	M 3-A(m)	3	VI	M 3-A(m)	3				
	Accesorios	1 codo		Accesorios	1 codo		Accesorios	-		Accesorios	1 codo		Accesorios	1 codo	Accesorios	1 codo		
	Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785		Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785		Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785		Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785		Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785	Qt(m <sup>3</sup> /seg)	1,785		
	v(m/seg)	10		v(m/seg)	10		v(m/seg)	10		v(m/seg)	10		v(m/seg)	10	v(m/seg)	10		
	D(mm)	0,477		Dc(m)	0,45		D(mm)	0,477		D(mm)	0,477		D(mm)	0,477	Dc(m)	0,45		
	De(mm)	0,45		D'(m)	0,475		Dc(mm)	0,45		De(mm)	0,45		D'(m)	0,475	D'(m)	0,475		
	vr(m/seg)	11,229		vr(m/seg)	10,093		vr(m/seg)	11,229		vr(m/seg)	11,229		vr(m/seg)	11,229	vr(m/seg)	10,093	vr(m/seg)	10,093
	j(mmcda/m)	0,309		j(mmcda/m)	0,236		j(mmcda/m)	0,309		j(mmcda/m)	0,309		j(mmcda/m)	0,309	j(mmcda/m)	0,236	j(mmcda/m)	0,236
	hD(mmcda)	2,712		hD(mmcda)	6,230		hD(mmcda)	2,712		hD(mmcda)	2,712		hD(mmcda)	2,712	hD(mmcda)	6,230	hD(mmcda)	6,230
	R/De	2		R/Dc	2		R/Dc	2		R/De	2		R/De	2	R/Dc	2	R/Dc	2
ii	k	0,27	k	0,27	k	0	k	0	k	0,27	k	0,27	k	0,27				
	e(°)	90	e(°)	90	e(°)	90	e(°)	90	e(°)	90	e(°)	90	e(°)	90				
	keff	0,25	keff	0,25	keff	0,25	keff	0,25	keff	0,25	keff	0,25	keff	0,25				
	h1(mmcda)	0,926	h1(mmcda)	0,708	h1(mmcda)	0,309	h1(mmcda)	0,309	h1(mmcda)	0,926	h1(mmcda)	0,708	h1(mmcda)	0,708				
	h2(mmcda)	2,082	h2(mmcda)	1,682	h2(mmcda)	0	h2(mmcda)	0	h2(mmcda)	2,082	h2(mmcda)	1,682	h2(mmcda)	1,682				
	h3(mmcda)	9,640	h3(mmcda)	7,788	h3(mmcda)	9,640	h3(mmcda)	9,640	h3(mmcda)	9,640	h3(mmcda)	7,788	h3(mmcda)	7,788				
	zh(mmcda)	12,648	zh(mmcda)	10,178	zh(mmcda)	9,949	zh(mmcda)	9,949	zh(mmcda)	12,648	zh(mmcda)	10,178	zh(mmcda)	10,178				
	Iteración 1			Iteración 2			Tramo A-B			Filtro para humos de soldadura, Marca ESTA, Modelo WELDEX FE 225			Balance dinámico en el nudo					
	Paso N°	Parámetro	Valor	Paso N°	Parámetro	Valor	Paso N°	Parámetro	Valor	Datos técnicos			Paso N°	Parámetro	Valor			
	V	Elección de la presión estática total variable y fija		V	Elección de la presión estática total variable y fija		VII	M A-B(m)	6	Accesorios	1 codo	Caudal(m <sup>3</sup> /h)	20000	VIII	hDD(mmcda)	6,724		
zh <sub>v</sub> (mmcda)		12,648	zh <sub>v</sub> (mmcda)		10,178	Qt(m <sup>3</sup> /seg)		5,355	Peso(Kg)	800	v(m/seg)	10,485						
zh <sub>v</sub> (mmcda)		9,949	zh <sub>v</sub> (mmcda)		9,949	v(m/seg)		10	Dimensiones(L/W/H)(mm)	2130x1510x2970	Dt(m)	0,807						
VI	Comparación entre la pérdida total fija y variable		VI	Comparación entre la pérdida total fija y variable		Dc(m)	0,826	Σh(mmcda)	357	Pérdida de presión estática acumulada								
	Δzh(%)	27,135		Δzh(%)	2,305	Dt(mm)	0,8	Paso N°	Parámetro	Valor								
Tramo C-D			Potencia del ventilador									IX						
Paso N°	Parámetro	Valor	Paso N°	Parámetro	Valor													
X	M C-D(m)	2	XI	Qt(m <sup>3</sup> /seg)	5,355													
	Accesorios	-		g(m/seg <sup>2</sup> )	9,81													
	Qt(m <sup>3</sup> /seg)	5,355		hEs(mmcda)	0,277													
	v(m/seg)	10		hDs(mmcda)	6,949													
	Dt(m)	0,826		hEe(mmcda)	369,886													
	Dc(m)	0,8		hDe(mmcda)	6,949													
	vr(m/seg)	10,659		htv(mmcda)	370,163													
	j(mmcda/m)	0,139		Pot(W)	19445,594													
	hD(mmcda)	6,949																
	h1(mmcda)	0,277																
zh(mmcda)	0,277																	

**Tabla XXXVII – Parámetros del cálculo de las perdidas en los conductos - Fuente: Propia**

En la **Tabla XXXVIII**, se muestra un resumen de los parámetros más significativos anteriormente calculados.

Conducto	Longitud(m)	Accesorios	Diámetro(mm)	Caudal(m <sup>3</sup> /seg)
1-A	3	1 codo	475	1.785
2-A	1	-	450	1.785
3-A	3	1 codo	475	1.785
A-B	6	1 codo	800	5.355
C-D	2	-	800	5.355
<b>Qt(m<sup>3</sup>/hora)</b>	19278			
<b>htv(mmcda)</b>	370.163			
<b>Potencia necesaria (W)</b>	19445.594			

**Tabla XXXVIII - Parámetros significativos conductos de ventilación - Fuente: Propia**

Con los valores de Qt, htv y la potencia necesaria, y teniendo en cuenta que, se seleccionará un extractor centrífugo de la Marca: SODECA, el modelo que se adecúa a esta aplicación es el CAS-1663-2T-50/A (link en bibliografía).

### 3.3.5 Evaluación de los factores químicos en el sector de herrería

La medición de sustancias químicas en el ambiente laboral fue realizada por un laboratorio habilitado, de modo que, el informe fue realizado por el mismo y dio como resultado que, "los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la Resolución 295/03 Anexo, IV".

El protocolo de medición de contaminación es mostrado en la **Figura V** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 861/15, asimismo, en la **Foto 4**, también mostrada en el **ANEXO** se puede observar el instrumento utilizado para la realización de la medición.

### 3.3.6 Evaluación de riesgos en el sector de herrería mediante la matriz IPERC

En la **Figura XXX** es mostrada la matriz que permite evaluar los riesgos en este sector.

ASPECTO	PELIGRO	EVALUACION DE RIESGO						NIVEL DE RIESGO INICIAL	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL					REQUISITO LEGAL
		Probabilidad de ocurrencia			Severidad del daño				Eliminación	Sustitución	Control de Ingeniería	Control Administrativo	EPP	
		1 Muy poco probable	2 Poco probable	3 Probable	1 Lesiones Serias	2 Daños	3 Sobresaturación Daños							
Factor tecnológico de infraestructura	H1	+					+	3			+	+	+	Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H2	+					+	3				+	+	Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H3	+					+	3			+	+	+	Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H4	+					+	3				+	+	Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H5	+					+	3				+	+	Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H6		+			+		3				+		Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H7	+					+	3	+		+			Decreto 361/09
Factor tecnológico de infraestructura	H8	+					+	3				+	+	Decreto 361/09

**Figura XXX – Matriz IPERC del sector de herrería - Fuente: Propia**

### 3.3.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el área de herrería

En esta sección, serán expuestas las propuestas de mejoras para mitigar o eliminar los riesgos en el sector de herrería, de acuerdo, al código asignado a cada uno de ellos en la **Tabla XXXVI**, asimismo, serán justificadas estas propuestas de mejora y serán presentados los costos asociados a cada una de ellas.

#### 3.3.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo H1 y su costo

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en la instalación de un "Resguardo Fijo de acrílico", para permitir solamente la introducción de las chapas que deban ser cortadas. Asimismo, deben ser agregadas en la máquina "Señales de Advertencia y de Obligación" que adviertan sobre este riesgo, sobre los EPP que deben ser usados al operar el equipo, esto es, guantes de descarme y protectores auditivos, e impartida la "Capacitación" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo. En la **Tabla XXXIX**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Resguardo fijo de acrílico	-	8	Fuente propia
Señal de advertencia		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		14	<b>Costo total</b>

**Tabla XXXIX - Propuestas para el riesgo H1 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo H2 y su costo

Por el funcionamiento de la plegadora no puede agregarse ningún tipo de resguardo que impida el acceso de los mismos a la matriz, por eso, debe ser impartida la "Capacitación" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo. Asimismo, deben ser agregadas en la máquina "Señales de Advertencia y de Obligación" que adviertan sobre este riesgo y sobre los EPP que deben ser usados al operar el equipo, esto es, guantes de descarme y protectores auditivos. En la **Tabla XL**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de advertencia		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		6	<b>Costo total</b>

**Tabla XL - Propuestas para el riesgo H2 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo H3 y su costo

La propuesta para mitigar este riesgo consiste en la instalación de un "Resguardo Fijo de chapa", para permitir solamente la introducción de las chapas que deban ser cortadas. Asimismo, deben ser agregadas en la máquina "Señales de Advertencia y de Obligación" que adviertan sobre este riesgo, sobre los EPP que deben ser usados al operar el equipo, esto es, guantes de descarné y protectores auditivos, e impartida la "Capacitación" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo. En la **Tabla XLI**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Resguardo fijo de chapa	-	8	Fuente propia
Señal de advertencia		2	Mercado Libre

Señal de obligación		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		14	<b>Costo total</b>

**Tabla XLI - Propuestas para el riesgo H3 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo H4 y su costo

Por el funcionamiento en la roladora no puede agregarse ningún tipo de resguardo que impida el acceso de los trabajadores a los rodillos, por eso, para disminuir este riesgo pueden utilizarse "*Pinzas de Presión*", para evitar que las manos se acerquen demasiado a los rodillos. Asimismo, deben ser agregadas en la máquina "*Señales de Advertencia y de Obligación*" que adviertan sobre este riesgo, sobre los EPP que deben ser usados al operar el equipo, esto es, guantes de descarnado y protectores auditivos, e impartida la "*Capacitación*" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo. En la **Tabla XLII**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Pinza de presión		30	Mercado Libre
Señal de advertencia		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre

Señal de obligación		2	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		36	<b>Costo total</b>

**Tabla XLII - Propuestas para el riesgo H4 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo H5 y su costo

La propuesta de mejora consiste en agregar en los bancos de trabajo "*Señales de Obligación*" que adviertan sobre este riesgo, sobre los EPP que deben ser usados al operar el equipo, esto es, guantes de descarte, protectores auditivos, delantales de descarte, máscaras faciales, e impartida la "*Capacitación*" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo. Antes que nada, es importante recordar que la cantidad de bancos de trabajo en este sector es de tres, por eso, el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XLIII**, es mostrado lo arriba expuesto.

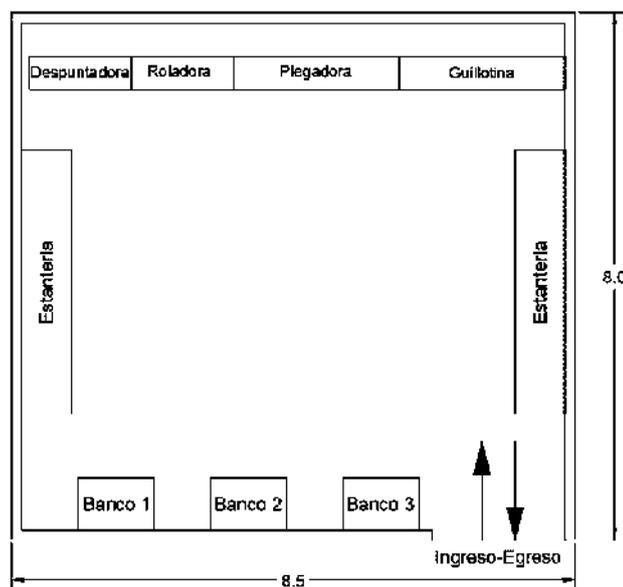
Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de obligación		6	Mercado Libre
Señal de obligación		6	Mercado Libre
Señal de obligación		6	Mercado Libre

Señal de obligación		6	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		24	<b>Costo total</b>

**Tabla XLIII - Propuestas para el riesgo H5 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo H6 y su costo

Para mitigar este riesgo es propuesta una “*Nueva Disposición*” de los bancos de trabajo y herramental dentro del sector para aprovechar mejor los espacios, por consiguiente, al reorganizar el sector se puede mejorar la utilización del espacio para que sea más cómodo, esto permitirá instalar estanterías más grandes para facilitar el guardado de piezas para su posterior procesamiento, igualmente, al mejorar esta disposición habrá más espacio para la circulación de personas, a su vez, debe ser reforzada la necesidad de mantener el orden con la instalación de cuatro “*Señales de Obligación*” alrededor de todo el sector. En la **Figura XXXI**, es mostrado lo arriba expuesto.



**Figura XXXI - Disposición propuesta para el riesgo H6 - Fuente: Propia**

En este caso el costo asociado a esta propuesta será calculado en base a la estimación del tiempo que llevará adoptar esta nueva disposición, que corresponde al precio de la mano de obra dentro de la misma empresa, porque, esto puede ser realizado por los mismos trabajadores del sector. Puesto que se trata de acomodar las instalaciones y acomodar los bancos y herramental usado en el sector, desde nuestro punto de vista, este

trabajo llevará un día. El precio de mano de obra de un técnico calificado en el rubro metalúrgico es de aproximadamente 700U\$/mes y se necesitan 5 personas para llevar a cabo la tarea. Entonces, en base a los datos anteriores, es mostrado en la **Tabla XLIV** el costo asociado a esta propuesta.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Nueva disposición	-	160	Propia
Señales de obligación		8	Mercado Libre
		168	<b>Costo total</b>

**Tabla XLIV - Propuestas para el riesgo H6 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo H7 y su costo

La propuesta de mejora está basada en la correcta "*Canalización del Cableado*". En la **Tabla XLV**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Canalización del cableado	-	50	HDE Instalaciones
		50	<b>Costo total</b>

**Tabla XLV - Propuestas para el riesgo H7 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo H8 y su costo

Las actividades de soldadura se encuentran entre las principales llevadas a cabo en el sector, a causa de ello, está presente este riesgo. Los tipos de soldadoras utilizadas son MIG, TIG, Eléctrica, Soldadora de punto y Soldadura Oxiacetilénica. La propuesta de mejora consiste en agregar en los bancos de trabajo "*Señales de Obligación*" sobre los EPP que deben ser usados al operar los equipos, esto es, guantes de descarte, delantales de descarte, máscaras fotosensibles, impartida la "*Capacitación*" adecuada para que los trabajadores conozcan las pautas necesarias sobre las instrucciones de uso seguro del equipo y "*Biombos para soldadura*" para evitar que alguien resulte quemado por la proyección de partículas calientes. Antes que nada, es importante recordar que la cantidad de bancos de trabajo en este sector es de tres, por eso, el costo será calculado en base a los elementos necesarios para cubrir las necesidades totales del sector. En la **Tabla XLVI**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de obligación		6	Mercado Libre
Señal de obligación		6	Mercado Libre
Señal de obligación		6	Mercado Libre
Biombos para soldadura		360	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		378	<b>Costo total</b>

**Tabla XLVI - Propuestas para el riesgo H8 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo H9 y su costo

A pesar de que el nivel de presión acústica integrado que fue medido en esta área está dentro de los límites admisibles, el bullicio de fondo que afecta a los trabajadores durante toda la jornada laboral es un factor que afecta su comodidad. En ocasiones, generar espacios que apunten directamente al bienestar, ayudan a mantener alejados cualquier tipo de peligro o malestar. En otras palabras, este malestar puede dar origen a una falta de confort mental que afecte el desempeño de los trabajadores. La instalación de un “*Cerramiento de Aluminio con Techo de Durlock*” ayudará a disminuir el bullicio de fondo y reducir el nivel sonoro en 5,8 dBA, en efecto, fue realizada una medición en una oficina que está dentro del ámbito de producción y que tiene un cerramiento de este tipo, verificándose esta reducción, este valor puede ser visto en el protocolo de medición de ruidos mostrado en la **Figura I** adjuntada en el **ANEXO**. En la **Tabla XLVII**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
-----------	--------------	-------------	--------

Cerramiento de aluminio con techo de Durlock		5500	Carpintería Salvini
		5500	<b>Costo total</b>

**Tabla XLVII - Propuestas para el riesgo H9 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.3.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo H10 y su costo

La iluminancia media y la uniformidad de la iluminancia cumple con lo exigido por el decreto 351/79 en su Anexo IV, por lo tanto, no se propondrá ninguna mejora para este riesgo. Para iluminar los bancos de trabajo son usados tubos fluorescentes que brindan la iluminación localizada que los trabajadores necesitan de acuerdo a la exigencia que la tarea visual requiere.

### 3.3.7.11 Propuesta de mejora para el riesgo H11 y su costo

La concentración medida de sustancias químicas en el ambiente laboral cumple con el límite admisible establecido por la Resolución 295/03, Anexo IV, por lo tanto, no se propondrá ninguna medida correctiva.

## 3.4 Puesto de acabado superficial

En esta sección se analizarán y evaluarán todos los riesgos relevados en el sector de acabado superficial, asimismo, se propondrán las medidas correctivas en los casos que correspondan.

### 3.4.1 Riegos en el sector de acabado superficial

En la **Tabla XLVIII** son mostrados los riesgos típicos en este sector y su relación con diferentes peligros.

Tipo de factor	Peligro	Riesgo	Código de
<b>Factores tecnológicos y de infraestructura</b>	Rejilla de desagüe en mal estado	Caídas al mismo nivel	AS1
	Cableado deficiente	Riesgo de choque eléctrico	AS2
	Desorden	Caídas al mismo nivel y golpes	AS3
	Uso puente grúa eléctrico	Caída de objetos suspendidos	AS4

<b>Factores físicos</b>	Superficies calientes	Contacto con el cuerpo	AS5
	Ruidos	Perdida de la sensibilidad auditiva	AS6
	Iluminación deficiente	Trastornos oculares, fatiga, dolor de cabeza, golpe con obstáculos y caídas	AS7
<b>Factores ergonómicos</b>	Levantamiento manual de cargas	TME en lumbago y hombros, fatiga física y lesiones corporales	AS8
<b>Factores químicos</b>	Emanación de gases y vapores debido a tratamientos superficiales	Saturación del ambiente laboral con aire contaminado	AS9
	Manipulación de sustancias químicas	Quemaduras en ojos y piel por salpicaduras y derrames	AS10

**Tabla XLVIII - Relación riesgos-peligros en el sector de tratamientos de acabado superficial - Fuente: Propia**

### 3.4.2 Descripción de los riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de acabado superficial

Como fue mostrado arriba, este factor representa la mayor cantidad de riesgos en el sector de acabado superficial, seguidamente, serán descriptos y mostrados en fotos cada uno de ellos, de tal modo que, puedan ser entendidos por el lector.

1. El piso y la rejilla de desagüe del sector están en mal estado, a causa de ello, está presente este riesgo. En la Imagen A de la **Foto 7** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como AS1 en la **Tabla XLVIII**.

2. En el sector se ha constatado que algunos cables no se encuentran canalizados como corresponde, a causa de ello, está presente este riesgo. En la Imagen B de la **Foto 7** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como AS2 en la **Tabla XLVIII**.

3. En el sector hay cierto desorden, en especial cuando hay mucha carga laboral, este desorden afecta la circulación de las personas y el espacio en general, promoviendo aún más desorden y dando origen a este riesgo. En la Imagen C de la **Foto 7** es mostrada esta situación. Este riesgo fue codificado como AS3 en la **Tabla XLVIII**.

4. El sector dispone de un puente grúa para sacar y colocar las piezas de las cubas para realizar los tratamientos, el mismo no dispone de una señal sonora y/o lumínica,

a causa de ello, está presente este riesgo. En la Imagen D de la **Foto 7** es mostrado el mismo. Este riesgo fue codificado como AS4 en la **Tabla XLVIII**.



**Foto 7 - Riesgos provocados por los factores tecnológicos y de infraestructura en el sector de acabado superficial - Fuente: Propia**

### **3.4.3 Evaluación de los factores físicos en el sector de acabado superficial**

Los factores físicos que serán evaluados en el presente TF son superficies calientes, ruido e iluminación, de modo que, los demás factores físicos quedarán fuera del alcance de este.

#### **3.4.3.1 Evaluación de superficies calientes en el sector de acabado superficial**

Los procesos de enjuague, desengrase, níquel brillante y pavonado requieren trabajar con temperaturas altas, en consecuencia, hay riesgo de que los trabajadores entren en contacto con recipientes y líquidos a temperaturas elevadas. Para evitar quemarse utilizan guantes de descarte con costuras de kevlar. Este riesgo fue codificado como AS5 en la **Tabla XLVIII**.

#### **3.4.3.2 Evaluación de ruidos en el sector de acabado superficial**

El nivel de ruido producido en este sector, por estar la mayoría de tareas relacionadas a operaciones de soldadura, es bajo, sin embargo, los trabajadores están expuestos al ruido de fondo producido principalmente en el sector de mecanizado, de ello resulta que, están expuestos a un bullicio de fondo que los afecta durante toda la jornada laboral. Este riesgo fue codificado como AS6 en la **Tabla XLVIII**.

El resultado de la medición arroja un Nivel de Presión Acústica integrado de 75,6 dBA.

Los valores de la medición del ruido en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición del ruido mostrado en la **Figura I** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 85/12, asimismo, en la **Foto 1** ubicada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

### 3.4.3.3 Evaluación de la iluminación en el sector de acabado superficial

La E media fue seleccionada de la **Tabla II** según lo establecido en el Decreto 351/79 en su Anexo IV, según el tipo de edificio, local y tarea visual. De ahí que, es seleccionado 300 Lux como valor mínimo de servicio de iluminación general para los sectores libres de máquinas que solo se utilizan para circulación y de 500 Lux de iluminación localizada en los bancos de trabajo, donde, la tarea visual realizada requiere una gran visualización de detalles, por tratarse de trabajos mecánicos finos. Este riesgo fue codificado como AS7 en la **Tabla XLVIII**.

Con el propósito de, establecer el número de puntos de medición para evaluar la iluminación general, será aplicado el método de las cuadrículas, expuesto en el **MARCO TEÓRICO**. Aplicando la **Ecuación 3**, y de acuerdo a las dimensiones del sector de la **Figura IV** presente en la **INTRODUCCIÓN** se procederá a calcular el índice de local, donde;

Largo= 13,8m

Ancho= 3,8m

Altura del montaje= 4m

Entonces;

$$x = \frac{13,8m \times 3,8m}{4m \times (13,8m + 3,8m)} = 0,74$$

Excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de **x** es 4, por lo tanto, el valor de **x** es redondeado a 1.

Aplicando la **Ecuación 4**, es obtenido el número mínimo de puntos de medición;

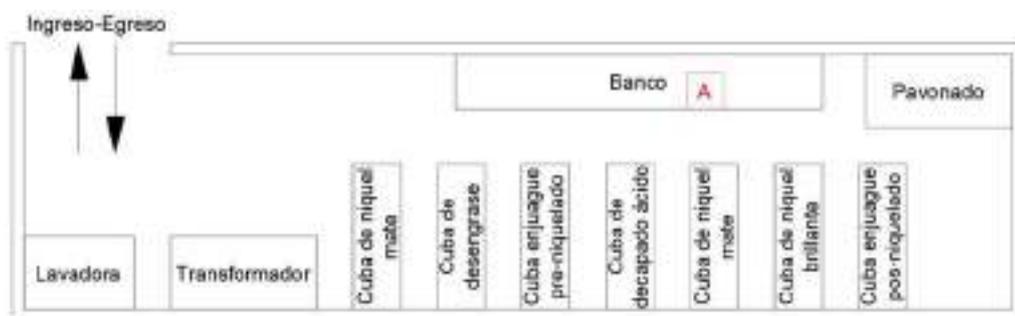
$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Entonces, para establecer los 9 puntos de medición, esta área ha sido dividida como se muestra en la **Figura XXXII**, asimismo, también son mostrados los valores medidos en cada cuadrícula.



**Figura XXXII - Puntos de medición de la iluminación general en el sector de acabado superficial - Fuente: Propia**

En la **Figura XXXIII**, son mostrados los puntos donde fueron realizadas las mediciones de acuerdo a la disposición de los bancos de trabajo, que son los lugares donde se necesita iluminación localizada.



**Figura XXXIII - Puntos de medición de la iluminación localizada en el sector de ajuste - Fuente: Propia**

Es importante aclarar que los cálculos establecidos por la normativa Argentina deben ser realizados con los valores de iluminación general, de ello resulta que, serán usados los valores de iluminación de cada cuadrícula, mostrados en la **Figura XXXI** para calcular la E Media, entonces, utilizando la **Ecuación 5** la E media resulta:

$$E \text{ Media} = 345 \text{ Lux}$$

Con el valor de E Media, se procede a verificar el resultado según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 300 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "se cumple con la iluminancia media requerida".

Una vez obtenida la E Media, se procede a verificar, mediante la **Ecuación 6**, la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, donde E Mínima medida es 247 Lux, por lo tanto, "*se cumple con la uniformidad requerida*".

Luego, se procede a verificar que la iluminancia localizada cumpla con lo requerido por el Decreto 351/79 en su Anexo IV, valores mostrados en la **Tabla II**, entonces, este valor corresponde a 500 Lux, según, el tipo de edificio, local y tarea visual, así pues, "*se cumple con la iluminancia localizada requerida*".

Los valores de la medición de la iluminación en el ambiente laboral fueron plasmados en el protocolo de medición de la iluminación mostrado en la **Figura II** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 84/12, asimismo, en la **Foto 2** ubicada en el **ANEXO** es mostrado el instrumento utilizado para la realización de la medición.

#### **3.4.4 Factores ergonómicos en el puesto de acabado superficial**

Con el objeto de, disminuir los tiempos en los procesos que se llevan a cabo en este sector, muchas veces las piezas son cambiadas de cuba a mano en lugar de hacerlo con el puente grúa dispuesto en el sector para tal fin. Esto es realizado cuando las piezas poseen un tamaño pequeño, pero, al ser cambiadas varias al mismo tiempo, pueden promover TME, de modo que, es necesario evaluar esta tarea, ya que, se presentan movimientos de carga y en este caso se debe asegurar que no están siendo superados los límites exigidos por la normativa Argentina, norma expuesta en el **MARCO TEÓRICO**. Este riesgo fue codificado como AS8 en la **Tabla XLVIII**.

##### **3.4.4.1 Evaluación del levantamiento manual de cargas en el sector de acabado superficial**

Para la realización de la evaluación fueron recabados los siguientes datos:

Levantamientos/hora= 42 levantamientos/hora

Cantidad de horas/día= 3 horas/día

Peso manipulado= 6 Kg

En la **Foto 8** es mostrada la imagen de un operario cuando realiza esta acción.



**Foto 8 - LMC en acabado superficial - Fuente: Propia**

Para empezar, se ingresa en la **Tabla XXII** mostrada en el **MARCO TEÓRICO**, por un lado, con "La situación horizontal del levantamiento" y por el otro, con "La altura del levantamiento", datos mostrados en la **Foto 8**, de ello resulta que, *"No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos"*, por lo tanto, *"el levantamiento no debe realizarse para los casos donde no se conoce un límite seguro"*.

El protocolo de ergonomía es mostrado en la **Figura IV** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 886/15.

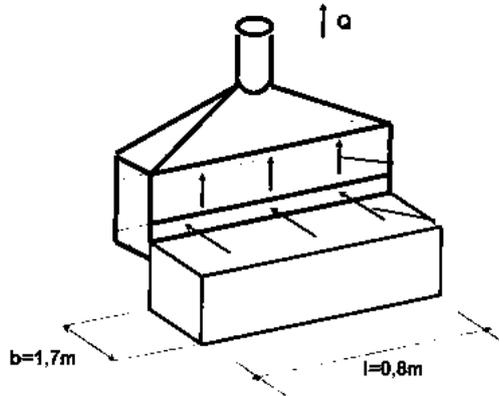
### **3.4.5 Factores químicos en el sector de acabado superficial**

En virtud de, los tratamientos superficiales realizados en este sector, esto es, Níquel-Mate, Níquel-Brillante y Pavonado, se utilizan varias sustancias químicas que pueden ocasionar enfermedades a los trabajadores.

#### **3.4.5.1 Evaluación de sustancias químicas en el aire en el sector de acabado superficial**

Las sustancias químicas cuyas concentraciones se quieren determinar son Cromo +6, Níquel, Hierro total, Ácido sulfúrico y Vapores alcalinos. Este riesgo fue codificado como AS9 en la **Tabla XLVIII**. Este sector cuenta con un sistema de ventilación general pero no con un sistema de ventilación localizada que tiene un papel muy importante en la evacuación de los contaminantes en su propia fuente de origen, es decir, en las cubas usadas para los tratamientos de acabado superficial.

A continuación, será calculado un sistema de extracción lateral que podría ser utilizado en este tipo de cubas y cuyos datos necesarios para el cálculo se encuentran en el **MARCO TEÓRICO**. El primer paso es determinar el valor de la relación  $b/l$ , estas dimensiones son mostradas en la **Figura XXXIV**.

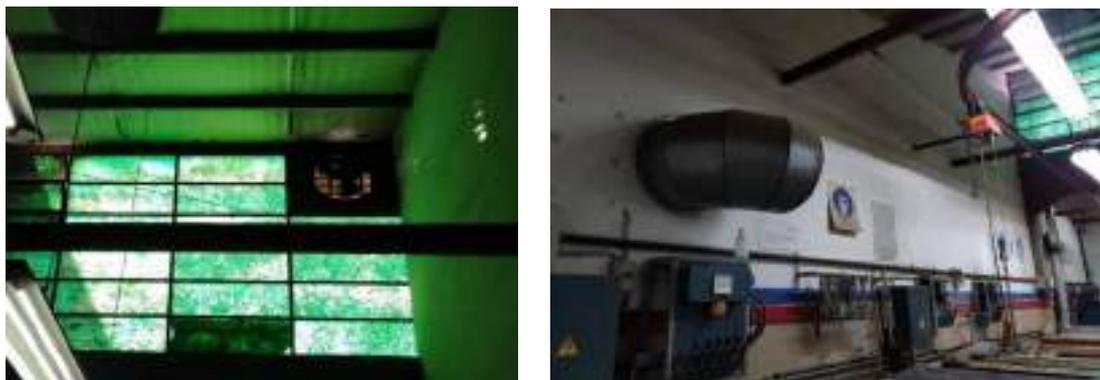


**Figura XXXIV - Dimensiones de las cubas - Fuente: Propia**

$$\frac{b}{l} = \frac{1,7m}{0,8m} = 2,125$$

De la relación anterior se determina que no debe ventilarse estas cubas con una campana de extracción lateral por ser la relación  $b/l$  mayor a 2, y en este caso es aconsejable el encerramiento de la fuente y un sistema de impulsión-aspiración.

En efecto, en este sector está instalado un sistema de impulsión-aspiración para asegurar un suministro de aire fresco y extraer los contaminantes que son producidos en las diferentes cubas usadas para los tratamientos superficiales, sin embargo, los operarios se encuentran dentro de la sala durante toda la jornada laboral, por consiguiente, los mismos están expuestos a dichos contaminantes. En la **Foto 9** se observa este sistema.



**Foto 9 - Sistema de impulsión/aspuración - Fuente: Propia**

La medición de sustancias químicas en el ambiente laboral fue realizada por un laboratorio habilitado, de modo que, el informe fue realizado por el mismo y dio como resultado que, "los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la Resolución 295/03, Anexo IV".

El protocolo de medición de contaminación es mostrado en la **Figura V** adjuntada en el **ANEXO** y aprobado por la Resolución SRT 861/15, asimismo, en la **Foto 5**, también mostrada en el **ANEXO** se puede observar el instrumento utilizado para la realización de la medición.

**3.4.5.2 Evaluación de la manipulación de sustancias químicas en el sector de acabado superficial**

Por el tipo de actividad llevada a cabo en el sector, continuamente son manipuladas sustancias químicas para la realización de los distintos tratamientos superficiales, a causa de ello, está presente este riesgo. Este riesgo fue codificado como AS10 en la **Tabla XLVIII**.

**3.4.6 Evaluación de riesgos en el sector de acabado superficial mediante la matriz IPERC**

En la **Figura XXXV** es mostrada la matriz que permite evaluar los riesgos en este sector.

ASPECTO	RIESGO	EVALUACIÓN DE RIESGO						NIVEL DE RIESGO INICIAL	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL					REGISTRO LEGAL
		Probabilidad de ocurrencia			Severidad del daño				Evaluación	Evaluación	Control de Ingeniería	Control administrativo	EPI	
		1 Muy poco probable	2 Poco probable	3 Probable	1 Levemente Daños	2 Daños	3 Extremadamente Daños							
Factor tecnológico y de infraestructura	AS1		+		+									Decreto 55179
Factor tecnológico y de infraestructura	AS2	+					+							Decreto 55179
Factor tecnológico y de infraestructura	AS3		+		+		+							Decreto 55179
Factor tecnológico y de infraestructura	AS4		+				+							Decreto 55180

**Figura XXXV – Matriz IPERC del sector de acabado superficial - Fuente: Propia**

**3.4.7 Propuestas para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el sector de acabado superficial**

En esta sección, serán expuestas las propuestas de mejoras para mitigar o eliminar los riesgos en el sector de acabado superficial, de acuerdo, al código asignado a cada uno

de ellos en la **Tabla XLVIII**, asimismo, serán justificadas estas propuestas de mejora y serán presentados los costos asociados a cada una de ellas.

#### 3.4.7.1 Propuesta de mejora para el riesgo AS1 y su costo

La propuesta de mejora consiste en la "*Reparación del Piso*" y la "*Colocación de una Nueva Rejilla*", con el propósito de, mitigar este riesgo. En la **Tabla XLIX**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Reparación del piso	-	225	HDE Instalaciones
Colocación de una nueva rejilla	-	1800	HDE Instalaciones
		2025	<b>Costo total</b>

**Tabla XLIX - Propuestas para el riesgo AS1 y su costo - Fuente: Propia**

#### 3.4.7.2 Propuesta de mejora para el riesgo AS2 y su costo

La propuesta de mejora consiste en la correcta "*Canalización del Cableado*". En la **Tabla L**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Canalización del cableado	-	700	HDE Instalaciones
		700	<b>Costo total</b>

**Tabla L - Propuestas para el riesgo AS2 y su costo - Fuente: Propia**

#### 3.4.7.3 Propuesta de mejora para el riesgo AS3 y su costo

La propuesta de mejora consiste en definir un espacio para el almacenamiento de piezas, por ejemplo, con la instalación de dos "*Estanterías*", y reforzar la necesidad de mantener el orden con la instalación de cuatro "*Señales de Obligación*" alrededor de todo el sector. En la **Tabla LI**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Estanterías para almacenar piezas		500	Fuente propia

Señales de obligación		8	Mercado Libre
		508	<b>Costo total</b>

Tabla LI - Propuestas para el riesgo AS3 y su costo - Fuente: Propia

## 3.4.7.4 Propuesta de mejora para el riesgo AS4 y su costo

Para mitigar este riesgo es propuesta la instalación de una “Baliza” que se active al usar el puente grúa, emitiendo una señal sonora y lumínica. En la **Tabla LII**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Baliza		80	Mercado Libre
		80	<b>Costo total</b>

Tabla LII - Propuestas para el riesgo AS4 y su costo - Fuente: Propia

## 3.4.7.5 Propuesta de mejora para el riesgo AS5 y su costo

Los procesos de enjuague, desengrase, níquel brillante y pavonado requieren trabajar con temperaturas altas, en consecuencia, hay riesgo de que los trabajadores entren en contacto con recipientes y líquidos a temperaturas elevadas. Para evitar quemarse utilizan guantes de descarnes con costuras de kevlar, pero, muchas veces no los utilizan por la incomodidad de los mismos. La propuesta de mejora está basada en reforzar su uso mediante la implementación de “Señales de Obligación” y de “Señales de Advertencia” en las cubas calientes que adviertan sobre este peligro. En la **Tabla LIII**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de advertencia		8	Mercado Libre

Señal de obligación		8	Mercado Libre
		16	<b>Costo total</b>

**Tabla LIII - Propuestas para el riesgo AS5 y su costo - Fuente: Propia**

#### 3.4.7.6 Propuesta de mejora para el riesgo AS6 y su costo

Por el tipo de tareas que se desarrollan en el sector y por estar el mismo en un cuarto cerrado, el nivel de ruidos es muy bajo, por lo tanto, no hay ninguna propuesta de mejora para este riesgo.

#### 3.4.7.7 Propuesta de mejora para el riesgo AS7 y su costo

La iluminancia media y la uniformidad de la iluminancia cumple con lo exigido por el decreto 351/79 en su Anexo IV, por lo tanto, no se propondrá ninguna mejora para este riesgo. Para iluminar el sector son usados seis tubos fluorescentes que brindan la iluminación general que los trabajadores necesitan de acuerdo a la exigencia que la tarea visual requiere

#### 3.4.7.8 Propuesta de mejora para el riesgo AS8 y su costo

Según, el análisis hecho en la **Sección 3.4.4.1 "No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos"**, de ahí que, para eliminar este riesgo es propuesta la utilización de un "*Utilaje*" que permita colgar todas las piezas pequeñas de tal manera que el mismo pueda ser manipulado por el puente grúa tanto para colocar como para extraer las piezas de las cubas. En la **Tabla LIV**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Utilaje		250	Propia
		250	<b>Costo total</b>

**Tabla LIV - Propuestas para el riesgo AS8 y su costo - Fuente: Propia**

#### 3.4.7.9 Propuesta de mejora para el riesgo AS9 y su costo

Según, el análisis hecho en la **Sección 3.4.5.1** el sistema adecuado para instalar en el sector es un sistema de ventilación de impulsión-aspiración, sistema que efectivamente está instalado en el sector, por lo tanto, no hay ninguna propuesta de mejora, sin embargo, deben ser efectuadas tareas de mantenimiento rutinarias para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Por un lado, cuando las piezas están dentro de las cubas los trabajadores deben esperar que finalicen las reacciones electro-químicas que recubrirán las superficies de las piezas metálicas con el propósito de aumentar su resistencia a la corrosión y mejorar su aspecto, por el otro, mientras este proceso dure no hay necesidad de que los mismos estén expuestos a las sustancias químicas presentes en este ambiente, sin embargo, permanecen en el sector durante toda la jornada laboral y dado que, los EPP les generan incomodidad solamente los usan cuando colocan o extraen las piezas de las cubas, quedando expuestos a riesgos innecesarios. La propuesta de mejora consiste en la instalación de un “*Cerramiento de Aluminio con Techo de Durlock*” contiguo a este sector donde puedan ser realizadas tareas administrativas y puedan permanecer fuera del cuarto donde se realizan los tratamientos, entrando cuando sea estrictamente necesario con la protección adecuada, esto es, semi-máscara y antiparras. Con el propósito de, calcular su costo se consideran que las dimensiones del mismo deberán ser de dos metros de ancho por tres metros de largo por tres metros de altura. En la **Tabla LV**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Cerramiento de aluminio con techo de Durlock		1000	Carpintería Salvini
		1000	<b>Costo total</b>

**Tabla LV - Propuestas para el riesgo AS9 y su costo - Fuente: Propia**

#### **3.4.7.10 Propuesta de mejora para el riesgo AS10 y su costo**

Por el tipo de actividad llevada a cabo en el sector, continuamente son manipuladas sustancias químicas para la realización de los distintos tratamientos superficiales, a causa de ello, está presente este riesgo. Con el objeto de minimizarlo se propone reforzar con "*Señales de Obligación*" sobre los EPP que deben ser usados al desempeñar sus tareas, esto es, antiparras, semi-mascaras y guantes de nitrilo pesado, además, impartida la "*Capacitación*" adecuada para responder ante emergencias, tales como, derrames. También, el sector

deberá contar con un "Armario Ignifugo" donde almacenar de forma segura las sustancias químicas. En la **Tabla LVI**, es mostrado lo arriba expuesto.

Propuesta	Imagen de la	Costo(US\$)	Fuente
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Señal de obligación		2	Mercado Libre
Armario ignifugo		2700	Mercado Libre
Capacitación	-	0	Propia
		2706	<b>Costo total</b>

**Tabla LVI - Propuestas para el riesgo AS10 y su costo - Fuente: Propia**

### 3.5 Evaluación de los riesgos e implementación de un plan de acción

Seguidamente, será presentado en la **Tabla LVII** el plan de acción surgido del análisis de las matriz IPERC de cada uno de los sectores evaluados.

Mejora propuesta	Fecha de inicio	Mejora propuesta	Fecha de inicio
A1	3 meses	H7	3 meses
A2	3 meses	H8	6 meses
A3	3 meses	H9	6 meses
A4	6 meses	H10	-
A5	3 meses	H11	-
A6	6 meses	AS1	6 meses
A7	6 meses	AS2	3 meses
A8	-	AS3	6 meses

A9	Inmediato	AS4	3 meses
A10	-	AS5	3 meses
H1	3 meses	AS6	-
H2	3 meses	AS7	-
H3	3 meses	AS8	Inmediato
H4	3 meses	AS9	-
H5	3 meses	AS10	3 meses
H6	6 meses		
En los riesgos donde no se especificó una fecha de inicio son riesgos que no requieren de acciones correctivas.			

**Tabla LVII - Plan de acción para implementar las mejoras - Fuente: Propia**

### 3.6 Análisis económico global de las mejoras propuestas

En esta sección serán presentados los costos asociados a las mejoras propuestas y una reflexión, con el propósito de, conocer la incidencia que tienen los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales en los costos directos e indirectos para una empresa.

W1= costo de las mejoras para minimizar los riesgos relacionados a los factores tecnológicos y de infraestructura= U\$ 4909

W2= costo de las mejoras para minimizar los riesgos relacionados a los factores físicos= U\$ 12766

W3= costo de las mejoras para minimizar los riesgos relacionados a los factores ergonómicos= U\$ 250

W4= costo de las mejoras para minimizar los riesgos relacionados a los factores químicos= U\$ 3706

$$W_T = W1 + W2 + W3 + W4 = U\$ 21631$$

La **Figura XXXVI** muestra en porcentaje del total, el esfuerzo necesario para llevar a cabo las mejoras para cada tipo de factor de riesgo.



**Figura XXXVI - Costos de las mejoras en porcentaje del total - Fuente: Propia**

Los costos de un accidente y una enfermedad profesional son de dos tipos: directos e indirectos. Los costos directos son aquellos que son cubiertos generalmente por las ART y los indirectos, según, las estadísticas pueden llegar a ser entre una y veinte veces más que los costos directos.

Siempre hay costos a nivel económico y a nivel humano, por eso, es importante conocerlos porque de esa manera podremos relacionarlos con los costos de la actividad productiva de la empresa, que sin duda aumentarán a medida que aumenten los accidentes.

#### 4. CONCLUSIÓN

Por un lado, del análisis de los accidentes en los puestos se puede concluir que los sectores críticos son los que tienen alta carga de trabajo manual, por el otro, por el tipo de actividades propias del rubro metalmeccánico, también, los trabajadores se hayan expuestos a peligros que pueden conducir a efectos graves por la presencia de sustancias químicas en el ambiente laboral.

La mayoría de los riesgos están asociados a factores tecnológicos y de infraestructura que pueden ser corregidos con medidas bastante sencillas, de hecho, de las propuestas de mejoras se puede observar que gran parte de estas acciones correctivas pueden ser llevadas a cabo con medidas administrativas.

Las mejoras propuestas para minimizar los efectos de los factores físicos representan el mayor esfuerzo para materializar las correcciones, por el hecho de que, éstas están relacionadas principalmente a la realización de obra civil, y siempre que hay intervenciones civiles cuando se lleva a cabo una actividad productiva produce malestar en la dirección de cualquier empresa, sin embargo, los valores de ruido e iluminación medidos cumplen con la legislación laboral, de modo que, pueden ser planificadas y realizadas dentro de un plazo razonable.

De la experiencia del trabajo se evidencia que fue muy importante la opinión de los trabajadores para establecer especialmente los factores ergonómicos que pueden ocasionar TME, pues, nadie mejor que ellos saben cuáles son las tareas que más los exigen desde el punto de vista muscular y esquelético.

Un tema que causa mucha preocupación en los trabajadores es la exposición a sustancias químicas en el ambiente laboral, preocupación bien fundada, ya que, los efectos de estas sobre el organismo pueden verse reflejados en un plazo largo. Las concentraciones medidas están dentro de lo exigido por la legislación, asimismo, la recomendación general es mantener las concentraciones de sustancias químicas de cualquier tipo tan bajas como sea posible, en otras palabras, su abordaje puede ser relevante para la SST.

En cuanto al costo global de las propuestas de mejora, este no representa una suma significativa para una empresa, además, puede ser evitada la incursión en costos provocados por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que sin ninguna duda aumentan notablemente los costos de cualquier actividad productiva y representan para las empresas pérdidas de personas, tiempo, equipos y dinero.

#### CONCLUSIÓN

## 5. BIBLIOGRAFÍA

### 1. Apuntes

1.1 ESCUDÉ, H. (2020). Apunte de iluminación. Especialización de higiene y seguridad en el trabajo. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

1.2 PINTO, M. C. (2020). Trastornos musculoesqueléticos. Especialización de higiene y seguridad en el trabajo. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

1.3 RODRIGUEZ, C. (2019). Cálculo de conductos. Especialización de higiene y seguridad en el trabajo. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

1.4 VALOTTO, G. G. (2019). Apunte teórico de los accidentes de trabajo. Especialización de higiene y seguridad en el trabajo. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

### 2. Capítulo de un libro

2.1 Silbergeld, E.K. (2013). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Capítulo 33 (pp. 33.2-33.76). Revista VirtualPro.

### 3. Libros

3.1 Giménez de Paz, J. C. (2007). Ruido. Buenos Aires. Editorial Nobuko.

3.2 Rubens, E.P. (1999). Ventilación industrial. Salta. Editorial Magna Publicaciones.

### 4. Páginas de internet

4.1 ASEYACOVI, Asociación de empresarios, comerciantes y autónomos de colmenar viejo. Consultado el 5 de setiembre del 2021. Disponible en:

<https://saludlaboralydiscapacidad.org/>

4.2 ASOCIART, Grupo San Cristóbal. Compañía aseguradora de riesgos del trabajo. Consultado el 26 de mayo del 2021. Disponible en: <https://www.asociart.com.ar/>

4.3 ESTA. Fabricante de filtros industriales. Consultado el 5 de febrero del 2022. Disponible en: <https://www.esta.com/en/products/central-extraction-units/weldex-serie/>

4.4 MERCADO LIBRE. Página de compras en red. Consultado el 15 de setiembre del 2021. Disponible en: <https://www.mercadolibre.com.ar/>

4.5 OMS, Organización Internacional del Trabajo. Consultado el 15 de mayo del 2021. Disponible en: <https://www.ilo.org/>

4.6 SIL, Sistema de informes laborales, impuestos y sociedades. Material de consulta de la Resolución SRT 886/15. Consultado el 15 de agosto del 2021. Disponible en: [http://sil1.com.ar/soft/LABORAL/RE-SRT/r88615b.htm#ANEXO\\_III](http://sil1.com.ar/soft/LABORAL/RE-SRT/r88615b.htm#ANEXO_III)

4.7 SRT, Superintendencia de riesgos del trabajo. Método sugerido para la medición de la iluminación en el ambiente laboral. Consultado el 16 de junio del 2021.

Disponible en: [https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia\\_practica\\_1\\_Iluminacion\\_2016.pdf](https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia_practica_1_Iluminacion_2016.pdf)

4.8 SRT, Superintendencia de riesgos del trabajo. Protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral. Consultado el 16 de junio del 2021. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/publicaciones/protocolos/iluminacion>

4.9 SRT, Superintendencia de riesgos del trabajo. Protocolo de ergonomía. Consultado el 16 de junio del 2021. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/publicaciones/protocolos/ergonomia>

4.10 SRT, Superintendencia de riesgos del trabajo. Evaluación de riesgos laborales. Método BS8800. Consultado el 30 de enero del 2022. Disponible en:

[https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2018/08/Guia\\_ERL.pdf](https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2018/08/Guia_ERL.pdf)

4.11 Salud y Bienestar Laboral. Consultado el 15 de setiembre del 2021. Disponible en: <https://saludlaboralydiscapacidad.org/>

4.12 SODECA, Fabricante de ventiladores industriales. Consultado el 7 de febrero del 2022. Disponible en:

<https://drive.google.com/file/d/1q5hXu1NBIPAyVO9cVew96po3lpGuSlil/view>

4.13 UNIVERSITY OF NOTTINGHAM, The institute for occupational ergonomics. Instituto académico y científico. Nottingham, UK. Consultado el 1 de setiembre del 2021.

Disponible en: <https://www.nottingham.ac.uk/>

## **5. Trabajos**

5.1 JASO, SERGIO (2017). Estudio de riesgos de una nueva línea de producción - PALMAR. Trabajo final. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

5.2 MUCCIARELLI, LUCÍA. Evaluación ergonómica de los puestos de trabajo que integran la línea de procesamiento de calamar. Trabajo final. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

5.3 RAMÍREZ, PAMELA (2016). Plan de prevención de riesgos en armado y desarme de andamios. Trabajo final. Facultad de ingeniería. Universidad FASTA.

5.4 SÁNCHEZ, JULIANA (2019). Análisis de la seguridad e higiene laboral en las instalaciones de una empresa de transporte de combustibles. Trabajo final. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

## 6. ANEXO

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL										
Razón Social: -			Localidad: Mar del Plata			C.U.I.T.: -				
Dirección: -			C.P.: 7600			Provincia: Buenos Aires				
DATOS DE LA MEDICIÓN										
Punto de medición	Sector	Puesto / Puesto tipo / Puesto móvil	Tiempo de exposición del trabajador (Te, en horas)	Tiempo de integración (tiempo de medición)	Características generales del ruido a medir (continuo / intermitente / de impulso o de impacto)	RUIDO DE IMPULSO O DE IMPACTO Nivel pico de presión acústica ponderado C (LC pico, en dBC)	SONDO CONTINUO o INTERMITENTE			Cumple con los valores de exposición diaria permitidos? (SI/ NO)
							Nivel de presión acústica integrado (Leq, Te en dBA)	Resultado de la suma de las fracciones	Dosis (en porcentaje %)	
1	Ajuste	Ruido de fondo	8	10 minutos	Continuo	-	75	-	-	SI
2	Herrería	Ruido de fondo	8	10 minutos	Continuo	-	75,6	-	-	SI
3	Acabado superficial	Ruido de fondo	8	10 minutos	Continuo	-	71,6	-	-	SI
4	Oficina técnica	Ruido de fondo	8	10 minutos	Continuo	-	69,8	-	-	SI
Información adicional:										

Figura I – Protocolo de medición de ruido – Fuente: Propia



Foto 1 – Decibelímetro CRIFFER, Modelo OCTAVA - Fuente: Propia

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL									
Razón Social: -			Localidad: Mar del Plata			C.U.I.T.: -			
Dirección: -			C.P.: 7600			Provincia: Buenos Aires			
Datos de la Medición									
Punto de Muestreo	Hora	Sector	Sección / Puesto / Puesto Tipo	Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	Tipo de Fuente Luminica: Incandescente / Descarga / Mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media)/2	Valor Medido (Lux)	Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79
1	08:30	Ajuste	Punto 1	Artificial	Descarga	General	188 ≥ 157	314	300 Lux
A	08:39	Ajuste	Banco 1	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	545	500 Lux
B	08:40	Ajuste	Banco 2	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	525	500 Lux
C	08:41	Ajuste	Banco 3	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	900	500 Lux
D	08:42	Ajuste	Banco 4	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	786	500 Lux
E	08:43	Ajuste	Banco 5	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	773	500 Lux
F	08:44	Ajuste	Banco 6	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	680	500 Lux
G	08:45	Ajuste	Banco 7	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	840	500 Lux
H	08:46	Ajuste	Agujereadora de banco 1	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	1800	500 Lux
I	08:47	Ajuste	Agujereadora de banco 2	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	943	500 Lux
Datos de la Medición									
Punto de Muestreo	Hora	Sector	Sección / Puesto / Puesto Tipo	Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	Tipo de Fuente Luminica: Incandescente / Descarga / Mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media)/2	Valor Medido (Lux)	Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79
2	09:00	Herrería	Herrería	Artificial	Descarga	General	216 ≥ 161	322	300 Lux
A	09:09	Herrería	Banco 1	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	930	500 Lux
B	09:10	Herrería	Banco 2	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	929	500 Lux
C	09:11	Herrería	Banco 3	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	915	500 Lux
D	09:12	Herrería	Despuntadora	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	674	500 Lux
E	09:13	Herrería	Plegadora	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	1555	500 Lux
F	09:14	Herrería	Guillotina	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	793	500 Lux
G	09:15	Herrería	Roladora	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	780	500 Lux
Datos de la Medición									
Punto de Muestreo	Hora	Sector	Sección / Puesto / Puesto Tipo	Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	Tipo de Fuente Luminica: Incandescente / Descarga / Mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media)/2	Valor Medido (Lux)	Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79
3	10:00	Acabado superficial	Acabado superficial	Artificial	Descarga	General	247 ≥ 172	345	300 Lux
A	10:10	Acabado superficial	Banco	Artificial	Fluorescente	Localizada	-	680	500 Lux
Observaciones:									

Figura II - Protocolo de medición de iluminación - Fuente: Propia



Foto 2 - Luxómetro SPER SCIENTIFIC, Modelo 840022 - Fuente: Propia

ANEXO I - Planilla 1: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS									
Razón Social:	-	C.U.I.T.:	-	CIU:	Mar del Plata				
Dirección del establecimiento:	-	Provincia:	Buenos Aires						
Área y Sector en estudio:	Ajuste	Nº de trabajadores:	7						
Puesto de trabajo:		Capacitación:	SI / NO						
Procedimiento de trabajo escrito:	SI / NO								
Nombre del trabajador/es:	-								
Manifestación temprana:	SI / NO	Ubicación del síntoma:							
PASO 1: Identificar para el puesto de trabajo, las tareas y los factores de riesgo que se presentan de forma habitual en cada una de ellas.									
Si todas las respuestas son <b>NO</b> , se considera que el riesgo es tolerable.									
Si la respuesta es <b>SI</b> , continuar con el paso 2.									
PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo									
Si todas las respuestas son <b>NO</b> , se presume que el riesgo es tolerable.									
Si alguna respuesta es <b>SI</b> , el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.									

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS									
Área y Sector en estudio:	Ajuste	Tarea Nº:	1						
Puesto de trabajo:	Ajuste								
<b>2.F. POSTURAS FORZADAS</b>									
PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:									
<b>DESCRIPCIÓN</b>									
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>						
1	Adoptar posturas <b>forzadas</b> en forma habitual durante la jornada de trabajo, con o sin aplicación de fuerza (No se deben considerar si las posturas son ocasionales)	✓							
PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo									
Si todas las respuestas son <b>NO</b> , se presume que el riesgo es tolerable.									
Si alguna respuesta es <b>SI</b> , el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.									

Factor de riesgo de la jornada habitual de trabajo	Tareas habituales del Puesto de Trabajo			Tiempo total de exposición al Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo			Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
	1 Puido caer de bajada	2	3		Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3				
A Levantamiento y descenso								1	Quelto en extensión, flexión, lateralización y/o rotación	✓	
B Empuje / arrastre								2	Brazos por encima de los hombros o con movimientos de supinación, pronación o rotación.	✓	
C Transporte								3	Muñecas y manos en flexión, extensión, desviación cubital o radial.		✓
D Bipedestación								4	Cintura en flexión, extensión, lateralización y/o rotación.		✓
E Movimientos repetitivos								5	Miembros inferiores: trabajo en posición de rodillas o en cuclillas.		✓
F Postura forzada	✓			20 horas/trimestre	Moderado			6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1º de la presente Resolución.		✓
G Vibraciones											
H Confort térmico											
I Estrés de escalarlo											

Figura III - Planillas del protocolo de ergonomía de la tarea de ajuste - Fuente: Resolución SRT 886/15

ANEXO I - Planilla 1: IDENTIFICACION DE FACTORES DE RIESGOS				ANEXO I - Planilla 2: EVALUACION INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS			
Razon Social:	-	C.U.I.T.:	-	Area y Sector en estudio:		Tarea N°:	
Direccion del establecimiento:	-	Provincia:	Buenos Aires	Puesto de trabajo:			
Area y Sector en estudio:	Acabado superficial	N° de trabajadores:	3	<b>2. A. LEVANTAMIENTO Y/O DESCENSO MANUAL DE CARGA SIN TRANSPORTE</b>			
Puesto de trabajo:		Capacitacion:	SI / NO	PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:			
Procedimiento de trabajo escrito:	SI / NO			<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Nombre del trabajador/es:	-			1	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg. y hasta 25 Kg.	✓	
Manifestacion temprana:	SI / NO	Ubicacion del sintoma:		2	Realizar <b>distintamente</b> y en forma <b>cíclica</b> operaciones de <b>levantamiento / descenso</b> con una frecuencia $\geq$ 1 por hora o 5.960 por hora (si se realiza de forma esporádica, consignar NO)	✓	
				3	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		✓
PASO 1: Identificar para el puesto de trabajo, las tareas y los factores de riesgo que se presentan de forma habitual en cada una de ellas.				Si todas las respuestas son <b>NO</b> , se considera que el riesgo es tolerable.			
				Si alguna de las respuestas 1 a 3 es <b>SI</b> , continuar con el paso 2.			
				Si la respuesta 3 es <b>SI</b> , se considera que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.			
				<b>PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo</b>			
				<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
				1	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos 30 cm. sobre la altura del hombro	✓	
				2	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos una distancia horizontal mayor de 80 cm. desde el punto medio entre los tobillos		✓
				3	Entre la toma y el depósito de la carga, el trabajador gira o inclina la cintura más de 30° a uno u otro lado (o a ambos), considerados desde el plano sagital.		✓
				4	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior.		✓
				5	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga con un solo brazo		✓
				6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		✓
				Si todas las respuestas son <b>NO</b> , se presume que el riesgo es tolerable.			
				Si alguna respuesta es <b>SI</b> , el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar con			

Figura IV - Planillas del protocolo de ergonomía de la tarea de acabado superficial - Fuente: Resolución SRT 886/15

Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo en un Establecimiento donde se Fabrican Máquinas Empacadoras.  
 Dpto. de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – U.N.M.d.P.

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AIRE DE UN AMBIENTE DE TRABAJO																			
Datos generales		Ubicación: Mar del Plata			Calle: ...			Provincia: Buenos Aires			C.P.: 7600								
DATOS DE LA MEDICIÓN																			
Muestra N°	Fecha	Sección/Sector	Tarea realizada	Temperatura de exposición (minutos)	Frecuencia de exposición (días)	Temperatura del ambiente de trabajo (°C)	Presión del ambiente de trabajo (mmHg)	Condiciones habituales de trabajo		Método de toma de muestra		Caudal (litros)	Tiempo de muestra (min)	Volumen corregido de aire (l)	Contaminante	Valor hallado	Concentración máxima permisible		
								SI	NO	Dispositivo de protección	Instrumento de lectura directa						CMF	CMF-C	CMF-CP1
1	16/7/2021	Ajuste	Ajuste	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Flujo de carbón activado	NO	0,2	60	12,25	Benceno	<0,001 mg/m <sup>3</sup>	0,5 PPM	-	2,5 PPM
2	16/7/2021	Herrería	Soldadura	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Flujo	NO	0,2	60	12,25	Material particulado respirable	<0,001 PPM	10 PPM	-	-
3	16/7/2021	Acabado superficial	Tratamiento electro-químico	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Membrana con válvulas	NO	0,2	60	31,6	Cromo +6	<0,003 mg/m <sup>3</sup>	0,05 mg/m <sup>3</sup>	-	-
3	16/7/2021	Acabado superficial	Tratamiento electro-químico	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Membrana con válvulas	NO	0,2	60	31,6	Niquel	<0,003 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	-	-
3	16/7/2021	Acabado superficial	Tratamiento electro-químico	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Membrana con válvulas	NO	0,2	60	31,6	Hierro total	0,72 mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup>	-	-
3	16/7/2021	Acabado superficial	Tratamiento electro-químico	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Membrana con válvulas	NO	0,2	60	31,6	Ácido sulfúrico	1 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	-	-
3	16/7/2021	Acabado superficial	Tratamiento electro-químico	420	5	19	760,6	-	-	Bomba tipo caudal/Membrana con válvulas	NO	0,2	60	31,6	Sopores alcalinos	-	-	-	-

Figura V - Protocolo de medición de sustancias químicas - Fuente: Propia



Foto 3 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en ajuste - Fuente: Propia



Foto 4 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en herrería - Fuente: Propia



Foto 5 - Instrumento usado para medir sustancias químicas en acabado superficial - Fuente: Propia