

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PREVENCIÓN DE LA  
CONTAMINACIÓN EN UNA ENSAMBLADORA DE  
ELECTRÓNICOS EN HERMOSILLO**

**TRABAJO ESCRITO**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:  
**ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

PRESENTA:  
**DAVID ALEJANDRO PALACIOS GÓMEZ**

DIRECTOR DE TESINA:  
**DR. JAVIER ESQUER PERALTA**

HERMOSILLO, SONORA. MEXICO.

AGOSTO DE 2011.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess




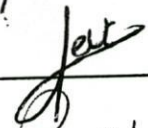


Universidad de Sonora  
División de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Especialización en Desarrollo Sustentable

Hermosillo, Sonora a 24 de Agosto del 2011

**Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras**  
**Coordinador de Programa**  
**Especialización en Desarrollo Sustentable**  
**Presente.-**

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el examen profesional del alumno (a) David Alejandro Palacios Gómez con Expediente 210290212, el cual será el día 26 de Agosto del 2011 en el Auditorio Gustavo Figueroa, Edificio 5 "J" a las 16:00 horas.

**Relación de Jurados:**

	<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE:</b>	Dr. Javier Esquer Peralta	
<b>SECRETARIO:</b>	Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras	
<b>VOCAL:</b>	Dra. Clara Rosalía Álvarez Chávez	
<b>SUPLENTE:</b>	M.C. Andrea Zavala Reyna	

**ATENTAMENTE**  
**MIEMBROS DEL JURADO**

## RESUMEN

Las industrias maquiladoras de electrónicos de Hermosillo generalmente fabrican sus productos en lotes y plantas pequeñas, en comparación con las que manejan productos en serie y de mayor demanda como la industria automotriz. En el caso particular de este estudio, en la planta abordada se fabrican un amplio catálogo de productos de telecomunicaciones y seguridad, como micrófonos, antenas, auriculares, cámaras, entre otros. Por esa razón, existen operaciones de artículos electrónicos en el que intervienen químicos tóxicos, como son el plomo, vinilos, adhesivos, fundentes, entre otros. Dichos químicos pueden representar un riesgo para el personal que trabaja directamente con ellos y para el medio ambiente, especialmente cuando existe un manejo inadecuado. Asimismo, ciertas prácticas de trabajo permiten que el personal no labore de manera óptima, favoreciendo problemas ergonómicos debido a las posturas o movimientos repetitivos en el trabajo, pudiendo deteriorar su salud.

Este trabajo permitió detectar oportunidades para poder desarrollar un programa de prevención a la contaminación y de riesgos ocupacionales, que contribuya a prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales inherentes en este tipo de sector manufacturero.



## **ABSTRACT**

The electronic manufacturing industries in the city of Hermosillo generally elaborate their products in lots and in small facilities, unlike the ones that operate with bigger demands and in mass production, for example, the automotive industry. In the particular case of this study, in the manufacturing company addressed, has a wide variety of telecommunications and security products such as microphones, antennas, headsets, cameras, among others. For that reason, there exist operations of electronics items in which harmful chemicals such as lead, vinyl, adhesives, fluxes and others are involved. Those chemicals may represent a threat to the people that are directly working with the products but also to the environment, especially when there is an inadequate management. In addition, certain work practices do not allow the personnel to labor optimally, favoring health consequences due to poor postures and repetitive movements in operations during the shift, which may worsen their health.

This study revealed opportunities to develop and implement a pollution prevention and occupational health program aimed to prevent, reduce and/or eliminate the occupational and environmental hazards that are inherent in this type of manufacturing sector.

# ÍNDICE

## Índice de Contenido.

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>I. Introducción</u>	1
<u>II. Objetivo General</u>	2
<u>III. Objetivos Específicos</u>	2
<u>IV. Análisis Literario</u>	3
4.1 Problemática ambiental en la industria y enfoques de prevención	
4.2 Seguridad e higiene en el trabajo	
<u>V. Metodología</u>	13
5.1 Tipo de estudio	
5.2 Diseño utilizado	
5.3 Alcance	
5.4 Objeto de estudio	
5.5 Selección y tamaño de muestra	
5.6 Instrumentos de recolección y manejo de datos	
<u>VI. Resultados</u>	15
6.1 Apoyo de la gerencia	
6.2 Inicio	
6.3 Caracterización de proceso	
6.4 Evaluación de riesgos ocupacionales y ambientales	
6.5 Evaluación de controles de seguridad y salud ocupacional	
6.6 Identificación de oportunidades de prevención	
6.7 Factibilidad técnica, ambiental y económica	
6.8 Aplicación de opciones	
<u>VII. Discusión</u>	54
<u>VIII. Conclusiones</u>	55
<u>IX. Recomendaciones</u>	56
<u>X. Referencias</u>	57

## Índice de Tablas

<u>Tabla</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
4.1	Lista de equipo WEEE comunes	8
4.2	Basura electrónica de E.U. en el 2007	9
4.3	Intensidad de los ruidos más comunes	11
6.1	Equipo para programa de prevención a la contaminación y salud ocupacional	17
6.2	Lista de sustancias químicas utilizadas en el proceso	17
6.3	Almacenamiento de sustancias químicas.	18
6.4	Residuos generados en la línea de producción	19
6.5	Riesgos detectados durante el diagnóstico situacional en la línea de producción	24
6.6	Riesgos presentes en estación de trabajo	30
6.7	Compilado de riesgos químicos de las operaciones	34
6.8	Resultados de sustancias volátiles en operación con respecto a Normas Mexicanas por Laboratorios Kino	35
6.9	Condiciones de seguridad e higiene laboral con respecto a Normas Oficiales Mexicanas por Laboratorio Kino	35
6.10	Apreciación a posturas en estaciones de trabajo de las diferentes fases	36
6.11	Resumen de riesgos ocupacionales en el área.	39
6.12	Desperdicios de material en lotes de 25 unidades	42
6.13	Costos de desperdicio de material en lotes de 25 unidades	42
6.14	Costos ambientales ponderados	43
6.15	Alternativas de solución	48
6.16	Evaluación técnica de alternativas	49
6.17	Evaluación ambiental y ocupacional de alternativas y posibles soluciones	50
6.18	Evaluación económica de alternativas	51
6.19	Selección de alternativas y priorización	52
6.20	Plan de actividades a realizar por equipo	53



## Índice de Figuras

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
6.1	Indicador de desperdicio febrero e inicios de marzo 2011	20
6.2	Diagrama de flujo de operaciones	22
6.3	Mapeo del proceso de manufactura en modelo 602T (cantidades de 25)	23
6.4	Área de línea de producción	24
6.5	Información recibida sobre los riesgos en las operaciones	25
6.6	Tipo de información recibida acerca de efectos nocivos en el trabajo	26
6.7	Letreros de recipientes escritos en español	26
6.8	Nombre de la sustancia contenida en letreros	27
6.9	Apreciación de peligrosidad en el trabajo	27
6.10	Uso de equipo de protección personal	27
6.11	Afectación por productos químicos	28
6.12	Absorción de productos por la piel	28
6.13	Pérdida de conocimiento por productos químicos	29
6.14	Pérdida de habilidad de oír por exposición al ruido de fábrica	29
6.15	Conocimiento de riesgos en el trabajo	30
6.16	Descansos diarios	31
6.17	Minutos de descanso	31
6.18	Minutos de comida	31
6.19	Conocimiento de la maquiladora en el exterior	32
6.20	Residuos en territorio ajeno	32
6.21	Afectaciones por los residuos de la maquiladora en negocios cercanos	33
6.22	Inconformidades de negocios vecinos	33
6.23	Percepción de impacto negativo en propiedades vecinas o medioambiente	34
6.24	El trabajo e interrupción con la vida familiar	37
6.25	Tiempo dedicado a la familia	38
6.26	Percepción de género en el lugar de trabajo y opinión acerca de la falta de soporte por superiores	38



6.27	Acción que se seguiría en caso de un posible trato injusto al personal productivo	38
6.28	Riegos ambientales y sus posibles efectos.	39
6.29	Recursos utilizados y valor ponderado total.	43
6.30	Cable cortado fuera de especificación.	44
6.31	Caja de cartón dañada	44
6.32	Carcasa desperdiciada debido a daño durante procesamiento de estampado	45
6.33	Intoxicación y/o irritación en ojos y vías respiratorias.	45
6.34	Daños por salpicaduras de químicos.	46
6.35	Descargas electrostáticas en personal y/o productos.	46
6.36	Afectaciones ergonómicas por posturas inadecuadas.	47

### **Índice de Anexos**

<u>Anexo</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
A1	Carta compromiso con objetivos	61
A2	Resultados de sustancias volátiles por laboratorio Kino	62
A3	Resultados de iluminación por laboratorio Kino	63
A4	Resultados de nivel de ruido por laboratorio Kino	64
A5	Checklist ergonómico en línea de producción	65

# I. INTRODUCCIÓN

La industria maquiladora surge en México en la década de 1960, como necesidad de dar empleo indisoluble a los mexicanos que cruzaban la frontera para trabajar en campos agrícolas de Estados Unidos. Por lo tanto, en su mayoría, las maquiladoras se encuentran en estados fronterizos como son Sonora, Baja California, Chihuahua, Tamaulipas y Nuevo León (región norte del país)

En Hermosillo la industria manufacturera representa una fuente de empleo importante en este lugar de la región. Sin embargo, en numerosos procesos intervienen factores que pueden comprometer o afectar la salud de las personas, como el uso de químicos y sustancias nocivas en las operaciones, posturas inadecuadas de trabajo, exposición a sonidos o temperaturas intensas, estrés laboral y descontento. No sólo esto representa un riesgo hacia el personal pero también al medio ambiente, ya que la correcta disposición de residuos no es llevada a cabo en muchos lugares o no se hace de acuerdo a las regulaciones establecidas, por mencionar un ejemplo.

Para eliminar, prevenir y/o reducir los riesgos ambientales y ocupacionales generados se diseñó y está en proceso de implementación un programa de prevención de la contaminación y los riesgos ocupacionales el cual produce mejoras productivas en procesos y reducción de costos, además de ofrecer soluciones preventivas en cuanto a los desechos generados.

Las disposiciones señaladas en este documento le servirán a la empresa como medidas de mejora para ser más productivas, cumplir con normatividades ambientales y ocupacionales al mismo tiempo que se hace uso de prácticas sustentables para el ramo manufacturero.

En el presente documento, en primera instancia se desarrolla un análisis literario acerca de la problemática ambiental en la industria, enfoques de prevención y seguridad e higiene en el trabajo. Seguidamente, se continúa explicando la metodología del programa la cual incluye el tipo de estudio, diseño utilizado, alcance del proyecto, objeto de estudio, entre otros puntos. Se finaliza con la conclusión del trabajo y recomendaciones a la planta que sirvió de objeto de estudio, para un desarrollo más enfocado a prácticas sustentables.

## **II. OBJETIVO GENERAL**

Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ambientales y ocupacionales que se generan en una línea de producción de una ensambladora de electrónicos en Hermosillo.

## **III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Llevar a cabo un análisis literario del estado del arte referente a la sustentabilidad de producción en los procesos de ensamble de artículos electrónicos y riesgos ocupacionales.
- Efectuar las actividades de planeación que permitan la caracterización del proceso o sistema.
- Definir y evaluar oportunidades de Prevención de la Contaminación en una línea de producción de una ensambladora de electrónicos en Hermosillo.
- Diseñar e implementar un programa de prevención a la contaminación y riesgos ocupacionales.



## IV. ANÁLISIS LITERARIO

### 4.1 Problemática ambiental y enfoques de prevención en la industria

El medio ambiente consiste en el agregado de elementos tales como energía solar, agua, suelo y seres vivos que en conjunto forman la capa de la tierra llamada biosfera. Los problemas ambientales surgen cuando las actividades tecnológicas y sociales son utilizadas para dar solución a conflictos, pero a la vez se generan otros no previstos que en ocasiones resultan peores que la situación a resolver (Ayes, 2003 citado en Santana, 2010).

Azapagic y Perdan (2000), en su divulgación *Indicators of Sustainable Development for Industry*, definen que los problemas ambientales son determinados según el alcance de su impacto, ya que éstos pueden tener afectaciones en el medio ambiente: a nivel local, como emisiones de dióxido de carbono; a una escala mundial como el calentamiento global y la reducción en la capa de ozono. De igual manera, los autores mencionan que los impactos se dividen en 2 clases:

- Los impactos al ambiente por emisiones planificadas.
- El impacto por liberaciones o vertidos ya sean accidentales o intencionales.

Partidário y Vergragt (2000), señalan que los problemas ambientales comienzan a tomar un sentido de importancia una vez que tienen un impacto en los negocios, de esta manera influyendo en las industrias, en los productos que éstas procesan y en la organización.

En todos los procesos industriales existen dos enfoques que pueden contribuir con la carga al medio ambiente; Nagel (2003) sugiere 2 procesos: los procesos absolutos, que tienen un vínculo directo con el ambiente, afectando al deterioro de ozono, efecto invernadero, contaminación por emisiones, etc.; y los procesos relativos, que tienen una relación menos directa como operaciones que minimizan el uso de materiales, agua y energía.

Según un estudio de Visvanathan y Kumar (1999), las industrias pequeñas y medianas constituyen una gran parte de los establecimientos manufactureros y aunque se caracterizan por contribuir económicamente, a su vez generan contaminación, entre otras cosas debido a que: se emplean máquinas equipos viejos e ineficientes, pobre o nula disposición de basura según su composición, infraestructuras inadecuadas, problemas sociales, técnicos o culturales para adquirir tecnologías que beneficien o contaminen menos al medio ambiente.



#### **4.1.1 Producción más limpia**

La producción más limpia se refiere a la aplicación continua de estrategias preventivas ambientales para procesos y productos con el objetivo de reducir los riesgos al ambiente y a las personas. Además, estas técnicas incluyen la conservación de materia prima y energías, eliminando materiales tóxicos, reducción de emisiones y desechos (Bass, 1995). Al mismo tiempo, busca minimizar el impacto de la producción y productos en el ambiente donde los principales protagonistas son las grandes compañías quienes controlan los procesos de producción y son fuertemente influenciadas por clientes, ya sean privados o públicos, la política como los impuestos y las regulaciones de gobiernos (Fresner, 1998).

Shi, H. et al (2007) precisan que la producción más limpia pueda ser implementada de manera exitosa, no solamente se necesita de la cooperación de la gerencia y equipos operativos pero también del soporte externo en cuestiones financieras, políticas y de mercado. Dicho autor menciona que es esencial reducir las barreras internas y externas de organizaciones porque previenen que la producción más limpia pueda ser adoptada efectivamente, entre las cuales se encuentran:

- 1) Falta de educación, cultura y entrenamiento en tecnologías de la producción limpia.
- 2) Factores económicos y financieros.
- 3) Falta de coordinación.
- 4) Falta de infraestructura y espacio.

Según la divulgación de Coakley (2002), la necesidad de elevar la alerta con respecto al medio ambiente, educación y entrenamiento para poder asegurar la adaptación social del desarrollo sustentable es mayormente aceptada. Es por eso que la misma fuente establece que se debe proporcionar una educación ambiental adecuada a todos los niveles de enseñanza y sistemas de educación, ya que el entrenamiento ambiental juega un papel clave en las necesidades de empresas industriales y negocios para poder alcanzar prácticas más sustentables.

#### **4.1.2 Prevención de la contaminación en las industrias**

De acuerdo a lo expresado por Freeman (1998) la prevención de la contaminación tiene como objetivo principal el uso de materiales, procesos o métodos que reduzcan o eliminen la creación de contaminantes o residuos en su fuente. Los residuos forman parte de todos los procesos, además de que al transformar materias primas en productos, intervienen muchas sustancias que en numerosos casos, pueden ser nocivas para la salud; y estas al ser liberadas al medio ambiente, circulan y producen alteraciones dependiendo de varios factores naturales y artificiales relacionados (LaGrega et al., 1997). El disponer de los residuos que se generan por los procesos de manufactura puede presentar muchos problemas (financieros, gestión del ambiente, salud ocupacional), por tal motivo la prevención de la contaminación provee de medios para minimizar e incluso eliminar tales problemas (EPA & SEMARNAP, 1996).

En la actualidad, la implementación de tecnología para combatir a la contaminación en la industria y el mejoramiento en los procesos de producción para cuidar el medio ambiente es una obligación en el sector manufacturero (Chakrabarti y Mitra 2005). Según las investigaciones de Regens et al. (1997), sin importar el tipo de industria manufacturera, las exigencias con respecto a los controles de la contaminación son sensibles económicamente y políticamente. Además, las compañías industriales muestran un cambio en procesos hacia aquellos que son más innovadores y amigables hacia el medioambiente, ya que esto ofrece una ventaja competitiva; estos cambios en respuesta a los problemas ambientales se conocen como "industria verde" (Partidário y Vergragt, 2000).

De acuerdo a Canadian Institute for Environmental Law and Policy (2005), existen 4 pasos que se pueden usar para hacer de la prevención más efectiva. El primero de ellos es revisar operaciones teniendo en cuenta el tipo de proceso, qué materiales se usan, qué tipos de energía intervienen. El segundo tiene que ver con el análisis de lo que se utiliza de manera que se puedan sustituir por otros materiales o procesos más amigables hacia el ambiente y las personas. El tercero tiene que ver con elaborar e implementar un plan de acción para que sea llevado a cabo y por último, dar a conocer el plan a todo el personal.

Aparte de reducir costos en la producción y procesos, la prevención tiene otros beneficios como hacer a la empresa más competitiva, incrementar la confianza en los



clientes, desarrollo ambiental mejorado, beneficios de salud y seguridad para los trabajadores y la utilización óptima de recursos y de energía (Hossain et al., 2008).

Cheremisinoff y Bendavid-Val (2001) establecen que de una manera muy fácil se pueden agrupar todas las salidas que existen en las empresas manufactureras: productos terminados o desperdicios. Además, todo el esfuerzo que pueda usar una planta en tiempo y en gastos es mucho menor cuando se usa en programas de prevención de la contaminación que cuando se usa para controlar los problemas. La misma fuente señala que, cualquier práctica para la prevención tiene como consecuencias:

- Reducción en la cantidad de sustancias tóxicas, contaminantes que son liberadas en el ambiente y afecciones en la salud pública por la emisión de tales sustancias.
- Reducción o eliminación en la generación de contaminantes por medio de una eficiencia mejorada en el uso de insumos (materia prima).

De acuerdo a la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés 1997), las mejores prácticas para tratar con la contaminación en las industrias son la reducción en el origen, reciclaje, tratamiento y la eliminación. Por otra parte, Cerávolo et al., (2009) sugieren que la prevención de la contaminación incluye modificaciones en el equipo y maquinaria, procesos y re-ingeniería de productos para de esta manera poder efficientar los procesos, disminuyendo costos y teniendo en cuenta el impacto ambiental menos dañino, a parte de que el llevar a cabo estas prácticas también repercute positivamente en la salud de los trabajadores y ahorro por los costos de administrar los desechos.

#### **4.1.3 Prevención de la contaminación en la industria electrónica**

Algunas prácticas para la industria electrónica que buscan reducir el impacto ambiental, incluye puntos como usar materiales reciclados o renovables como materias primas, diseñar productos que sean más eficientes en cuanto a la energía, hacer productos que tengan mayor vida útil, y reducir basura en los empaques (EPA & SEMARNAP, 1996).

En un estudio realizado por el Colegio de la Frontera Norte (COLEF citado en Schatan y Castilleja, 2004) se entrevistó a 298 plantas en tres ciudades en la frontera norte de México, de las cuales 200 (67%) pertenecen al sector de la industria electrónica. De ese sector, en dicho estudio se encontró que 54% cuentan con una política ambiental activa, el 63% posee una unidad de medio ambiente o control ambiental y el 43% de las

empresas encuestadas aplican un programa de autogestión ambiental voluntaria. Aunque se han encontrado aspectos negativos como incremento de costos de producción en algunos de los casos, los beneficios obtenidos han sido reducción emisiones tóxicas, menos consumo de energía y disminución de costos de reciclaje y/o sustitución de insumos.

Ochiai (1996) establece que existen tres puntos importantes a tener en cuenta en la industria electrónica con respecto a los problemas ambientales, a la prevención de la contaminación y al desarrollo de productos que favorezcan la protección ambiental, que son:

- Prevención de la contaminación en las operaciones de manufactura.
- Puntualizar programas que contribuyan al ambiente como separación de residuos, reciclaje, protección a la capa de ozono, entre otros.
- Innovar y desarrollar productos que sean eficientes en cuanto a la energía para disminuir el calentamiento global.

Gracias al rápido avance en la tecnología, los desechos electrónicos pueden ser encontrados casi en cualquier parte, sobre todo en países pobres; es por eso que Bruijn y Hofman (2000), consideran importante prevenir la contaminación en la industria electrónica, para tener un impacto positivo en el medio ambiente y en el entorno económico de la empresa.

#### **4.1.4 Basura electrónica: E-waste y WEEE**

La clasificación de WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) trata acerca de productos que no necesariamente son electrónicos o eléctricos completamente, como puede ser una estufa o un refrigerador. En adición a este tipo de basura, también se encuentra la denominada "E-waste" que describe productos electrónicos como televisiones, teléfonos, entre otros (Johnson, 2006). En la tabla 4.1 se muestran algunos artículos WEEE comunes.

Kohler y Erdmann (2004, citado en Robinson 2009) definen que la diferencia entre ambas cada vez disminuye pues con la tecnología actual, existen mayor cantidad de productos que antes no eran considerados electrónicos, sin embargo, hoy en día con la implementación de microcircuitos o procesadores, hacen que su clasificación sea en cierta medida más cerrada. Lee et al. (2007), formulan que el cambio rápido de urbanización así como el económico han hecho que las familias anteriormente más



tradicionales, se dividan en familias más pequeñas que contribuyen en gran medida a un incremento en la compra de productos eléctricos o electrónicos que trae como consecuencia más basura del tipo WEEE.

<b>Artículo</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Peso Kg</b>
<b>WEEE normalmente considerada</b>		
<b>"E-waste"</b>		
Computadoras	3	25
Fax	5	3
Celular	2	0.1
Juegos electrónicos	5	3
Foto copiadora	8	60
Radio	10	2
Televisor	5	30
Videograbadoras y reproductor de DVD	5	5
<b>WEEE normalmente no considerada</b>		
<b>"E-waste"</b>		
Unidad de aire acondicionado	12	55
Lavaplatos	10	50
Cocina eléctrica	10	60
Hornos eléctricos	20	5
Mezclador de alimentos	5	1
Congelador	10	35
Secador de pelo	10	1
Plancha	10	1
Cafetera	3	1
Horno de microondas	7	15
Refrigerador	10	35
Teléfono	5	1
Tostadora	5	1
Secadora	10	35
Aspiradora	10	10
Lavadora	8	65

**Tabla 4.1.** Lista de equipo WEEE comunes (Robinson, 2009).

La basura electrónica es diferente de los demás desperdicios como las que son generadas en casa, desde el aspecto físico y químico pues contiene materiales que pueden ser dañinos y/o valiosos; de igual manera, este tipo de basura representa una fuente de contaminación que en los últimos años ha sido bastante elevada, y sin embargo, se espera que para los próximos 5 años ascienda aún más, por encima de mil millones de aparatos desechados en Estados Unidos, Europa y Asia (Ladou and Lovegrove, 2008 citado en Robinson, 2009). Al mismo tiempo, en la tabla 4.2 se puede ver la cantidad de "E-waste" descartada por Estados Unidos en el 2007.

Productos	Total descartado**	Desechado	Reciclado	Tasa de reciclaje
(Millones de unidades)				(por peso)
<b>Televisiones</b>	<b>26.9</b>	<b>20.6</b>	<b>6.3</b>	<b>18%</b>
<b>Productos de computación*</b>	<b>205.5</b>	<b>157.3</b>	<b>48.2</b>	<b>18%</b>
<b>Celulares</b>	<b>140.3</b>	<b>126.3</b>	<b>14</b>	<b>10%</b>

\*Incluye CPU's, monitores, tableros, mouse y periféricos como copiadoras, faxes e impresoras  
\*\*Estos totales no incluyen productos que ya no son usados, pero almacenados.

**Tabla 4.2.** Basura electrónica de E.U. en el 2007 (EPA, 2007).

## 4.2 Seguridad e higiene en el trabajo

Después de la primera guerra mundial, la higiene industrial fue tomada en cuenta con mayor énfasis, pues tiempo atrás las personas encargadas no contaban con la especialización suficiente. A partir de los cambios generados durante la guerra como incremento en la producción, provocaron que las personas buscaran una mejor formación (Greenwood, 1929).

Herrick et al. (2005), precisan que la higiene industrial es la ocupación encargada de anticipar, reconocer, evaluar y eliminar los riesgos que se presentan en el ambiente del trabajo; además, enuncian que una forma de promover la salud en los trabajadores y su seguridad es el uso de prácticas para reconocer los riesgos, evaluar, controlar, e investigar acerca de la exposición como un factor potencial para las afecciones ocupacionales.

Según Plog (2002), esta profesión además de contar con estudios en física, química y seguridad, también abarca conocimientos en biología, efectos en la salud de químicos y ergonomía. Del mismo modo, Rodellar (1999) sugiere que la higiene industrial de contenido técnico (no médico) tiene por objeto la prevención de las enfermedades profesionales a través de la aplicación de técnicas de ingeniería que actúan sobre los agentes contaminados del ambiente del trabajo, ya sean físicos, químicos o biológicos; es por eso que la seguridad e higiene en el trabajo se han convertido en el arte, de anticipar y evaluar todos aquellos riesgos que salen de las estaciones de trabajo, que pueden causar enfermedad, malestares en la salud o descontento entre trabajadores.

En el trabajo industrial existen diversos contaminantes que causan enfermedades profesionales en los trabajadores, cuando se encuentran en condiciones llamadas peligrosas que tienen posibilidad de afectar la salud y de producir pérdidas. En una investigación llevada a cabo por Hauptmanns et al., (2005) se plantea que los riesgos ocupacionales pueden ser prevenidos siguiendo los siguientes lineamientos:



- Implementar medidas protectivas que impidan la existencia de factores de riesgo como la sustitución de un químico dañino por uno menos tóxico a la persona y/o ambiente.
- Implementar programas para separar a los empleados de situaciones en lugar y tiempo de riesgo, como hacer rutas de evacuación, puntos de reunión, etc.
- Uso de EPP (equipo de protección personal) que puede incluir protección para respirar, visual, calzado, guantes y bata.

#### **4.2.1 Riesgos ocupacionales en la industria electrónica**

La industria electrónica abarca una amplia variedad de procesos industriales donde, principalmente, los riesgos ocupacionales son la exposición a químicos; no obstante, las afectaciones músculo-esqueléticas y ergonómicas son circunstancias que también se presentan (Chee et al., 2004). Luna (1996) señala que las vías de entrada al organismo pueden ser por el sistema respiratorio, por la piel (dérmica), por el sistema digestivo, parenteral (heridas), o por entradas directas.

Los fabricantes de este sector industrial, de acuerdo a Weller (2005), hacen notar que la inhalación de humos por fundente y soldadura causa irritación en la nariz, garganta y sistema respiratorio, donde autoridades de la salud manifiestan que exposiciones prolongadas pueden agravarse hasta desarrollar asma. La misma fuente menciona que el principal compuesto de los fundentes es la colofonia, de la cual se sabe que sus humos causan, entre otras afecciones, las enunciadas a continuación:

- Asma ocupacional
- Bronquitis crónica
- Hipersensibilidad química
- Dolor de pecho
- Dolor de cabeza y mareos
- Irritación en ojos y nariz

De igual manera, Malo y Chan-Yeung (2009) exponen que las estaciones de trabajo pueden contribuir a que los empleados padezcan asma. Aproximadamente 1 de cada 10 personas que se atienden, reportan que durante el trabajo, los síntomas son más graves. Los organismos volátiles y otros polvos que resultan de las operaciones pueden causar afectaciones infecciosas ya sea por bacterias, hongos y patógenos mientras que las enfermedades laborales no infecciosas se dan por alergias o propiedades

inmonotóxicas de dichos agentes, que asimismo repercuten laboralmente en las personas (Lacey y Dutkiewicz, 1994).

En los lugares de trabajo no solo se encuentran contaminantes del tipo biológico o químicos si no también físicos, principalmente, el ruido y las vibraciones. Las características principales del sonido son la intensidad (decibelios dB) y la frecuencia (hercios Hz). Asfahl (2000) establece que en la industria, el ruido puede definirse como un sonido excesivo o dañino, aunque por lo regular, se concibe al sonido como una onda de presión en la atmósfera. En la tabla 4.3 se describe la intensidad de los ruidos más comunes.

Decibelios	Clase de ruido	Efecto en el organismo humano
0	Umbral de audibilidad	
10	Ruido de hojarasca	
30	Ruido de fondo en las habitaciones por la noche	Soportable incluso por la noche
50	Despachos, restaurantes	
55	Conversación normal	
65	Talleres con taladros, pequeñas prensas	Soportables pero a la larga
70	Calles ruidosas	
75	Talleres con prensas medianas	producen fatiga
90	Claxon agudo	Soportables pero a la larga
100	Sierras circulares de acero	
105	Compresores potentes	producen sordera
110	Martillos neumáticos en locales cerrados	Soportables pero sólo por poco
115	Remachadoras mecánicas	
120	Avión con motor de explosión	
130	Avión con varios reactores a 6 m de distancia	tiempo
135	A partir de los 135 decibelios, los ruidos son	Insoportables

**Tabla 4.3.** Intensidad de los ruidos más comunes (García, 2005).

#### 4.2.2 Ergonomía

Desde los inicios de la ergonomía en América Latina, ha habido problemas en los puestos de trabajo debido a procesos industriales que no son transformados acordemente, por la privatización y controles de inflación (Hiba, 1991. Citado en Soares, 2006). En México la ergonomía tuvo sus inicios a partir de 2 fuentes, la primera consta de la visita del maestro Nils Lundgren patrocinada por el Centro Nacional de Productividad en 1970, que provocó un interés especial en la materia debido a publicaciones de distintos temas relacionados, y el desarrollo de la asociación de ergonomía que si bien se disolvió a los pocos años de haber sido concebida, volvió activa en el año de 1997 (Soares, 2006).

La ergonomía es el conjunto de ciencias biológicas y de ingeniería que busca una adaptación mutua entre hombre y trabajo: desde el punto de vista de la ciencia, la ergonomía se encarga de desarrollar conocimiento acerca de las capacidades de las



personas y sus limitaciones; como práctica, la ergonomía aplica los conocimientos a los diseños de los sistemas, donde se busca de alguna manera potencializar o elevar la seguridad de la persona, confort, y productividad (Hendrick, 2008).

La ergonomía puede ser concebida como un proceso dinámico de innovación al cual se le da forma mediante fuerzas internas y externas de la organización. La misma fuente da a conocer que existen 4 elementos que constituyen el concepto central de esta ciencia, estos son las operaciones durante los procesos, la orientación de la alta gerencia, la configuración organizacional de la empresa y el ambiente externo (Slappendel, 1994).

En los puestos de trabajo, se busca el bienestar, salud, satisfacción, calidad y eficiencia en la actividad de las personas; depende también de la correcta interrelación existente entre múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y relaciones que se establecen con los objetos que los rodean, por lo tanto el principio ergonómico que debe regir todas las intervenciones es el de adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de las personas, y no al revés (Mondelo et al., 1998). De acuerdo a García (2005) la mecánica y biomecánica tienen un papel fundamental a la hora de diseñar las estaciones de trabajo, ya que intervienen factores como la anatomía de las personas, antropometría y la fisiología, todo esto para poder hacer una correcta adecuación y análisis de los sujetos, tanto en movimiento como en reposo. Dicho autor establece que el alcance ergonómico va más allá de la productividad, salud y seguridad; trata acerca de adaptar con seguridad el lugar de trabajo del hombre, conservando la salud, bienestar físico, psicosocial y económico.

Zandin (2005) considera de suma importancia para los ingenieros industriales la implementación de un programa ergonómico para empezar a ver mejoras en cuanto a costos, en las operaciones y el personal. Es de esperarse, según dicho autor, que para llevar a cabo un programa de esta magnitud, debe de haber un compromiso con la alta administración, después ir capacitando y educando a los demás niveles como supervisores, ingenieros, operadores de las líneas, etc. de tal manera que se abarquen todas las áreas, para que la implementación del programa sea factible y pueda desarrollarse.

## **V. METODOLOGÍA**

### **5.1 Tipo de estudio**

El presente caso de estudio es de carácter "mixto" ya que abarca, colecta y analiza datos cualitativos y cuantitativos para contestar preguntas de investigación relacionadas con el impacto ambiental y los riesgos ocupacionales dentro de la empresa; así como utilizar métodos estadísticos para medir variables en un determinado contexto (Sampieri, et al. 2010).

### **5.2 Diseño utilizado**

Este estudio aborda el diseño de un programa de prevención de la contaminación, el cual implica la elaboración y establecimiento de una estrategia que prevenga, elimine y/o reduzca los desechos así como los riesgos relacionados con salud ocupacional en una línea de producción.

### **5.3 Alcance**

Una línea de producción de una empresa manufacturera de la ciudad de Hermosillo, Sonora. El periodo del estudio comprende de diciembre 2010 a agosto del 2011.

### **5.4 Objeto de estudio**

Abarca el proceso productivo de una línea de manufactura, cuyas operaciones e instrucciones están enfocadas a trabajar la materia prima para convertirla en productos terminados. La nave industrial se encuentra ubicada en el periférico poniente # 310-C, colonia las Quintas, en el parque industrial "Ocotillo".

### **5.5 Selección y tamaño de la muestra**

Al tratarse de un caso de estudio, la muestra fue determinada por conveniencia.

### **5.6 Instrumentos de recolección y manejo de datos**

Se realizó un análisis literario acerca de la problemática ambiental, la importancia de la prevención de la contaminación y los riesgos ocupacionales. En adición, se llevó a cabo una integración de dos guías basándose en la metodología propuesta en "An organizational guide to pollution prevention" (EPA, 2001) y en un programa de prevención de la contaminación (Freeman, 1998).



### **Fase 1: Apoyo de la gerencia**

El objetivo de esta fase es obtener el compromiso de la alta gerencia para lograr poner en marcha el programa y mantenerlo.

### **Fase 2: Inicio**

Se da inicio al programa a través de la elaboración de un plan de la prevención de la contaminación, se forma el equipo responsable, se capacita a los empleados para que conozcan más al respecto y tengan participación.

### **Fase 3: Caracterización del proceso**

En este paso se revisa con detalle y se dan a conocer los procesos de operación de la línea, para establecer la materia prima empleada, insumos y en donde hay desechos.

### **Fase 4: Evaluación de riesgos ocupacionales y ambientales**

Se identifican cuales son las oportunidades de la línea de producción en cuanto a los riesgos ocupacionales y ambientales.

### **Fase 5: Evaluación de controles de seguridad y salud ocupacional**

Durante la fase 5 se determina si la línea cuenta con las medidas de seguridad adecuadas como el equipo de protección personal en caso de ser necesario, máquinas con guardas, pulseras y batas antiestáticas, etc.

### **Fase 6: Identificación de oportunidades de prevención**

Se identifican cuales son las oportunidades de la planta industrial en cuanto a la prevención de la contaminación.

### **Fase 7: Factibilidad técnica, ambiental y económica**

En esta fase se determina el costo total por los desechos, antes de que sea considerada la factibilidad económica del proyecto de prevención de la contaminación.

### **Fase 8: Aplicación de opciones**

Durante la etapa 8 se implementan las opciones de prevención de la contaminación, riesgos ambientales y ocupacionales que ofrezcan mayor beneficios a la compañía. Para efectos de este estudio, se describen aquellas que se hayan implementado en el corto plazo.



## VI. RESULTADOS

### 6.1 Apoyo de la gerencia

La primera fase del programa de prevención de la contaminación y salud ocupacional es obtener el compromiso de la gerencia, donde por medio de un escrito queda en evidencia el consentimiento e interés de la empresa en el desarrollo de programa. Para mayor detalle ver anexo A1.

### 6.2 Inicio

La empresa pertenece a un grupo que tiene muchos años en el mercado, aproximadamente 125, por lo que sus lineamientos clave están bien establecidos. Actualmente, la nave industrial en Hermosillo Sonora, cuenta con 70 empleados de producción directos (mano de obra), 19 indirectos (supervisores, almacenistas, auditores de calidad, técnicos de mantenimiento) y 43 administrativos. El giro de la empresa es de manufactura de productos de seguridad. En su mayoría, los bienes ensamblados son: auriculares, micrófonos de mano, antenas, cámaras, audífonos y altavoces.

A continuación se presentan la misión, la visión y la política ambiental adoptados actualmente por la empresa:

#### Misión

Cumplir con las necesidades de las personas en respecto a los siguientes aspectos:

- Nuestros Clientes, proporcionando productos y servicios de alta calidad y valor.
- Nuestros Empleados, al proveer oportunidades de hacer contribuciones significativas y ser reconocidos de acuerdo a esto.
- Nuestros Accionistas, proveyéndoles a ellos su retorno en la inversión esperada.
- Nuestros Proveedores, al crear relaciones mutuamente benéficas como socios fuertes y capaces.

#### Visión

Ser el líder global en administrar y manejar sonido para comunicaciones y entretenimiento.

## **Política ambiental**

Bosch Hermosillo considera un principio corporativo básico la protección del medio ambiente por medio de las siguientes cláusulas.

- Alcanzar y mantener el cumplimiento de leyes y regulaciones aplicables a la protección del medio ambiente.
- Efectuar auditorías regularmente para evaluar el cumplimiento de las leyes ambientales y de esta política.
- Integrar los planes de medio ambiente a las actividades de desarrollo e investigación tecnológica.
- Considerar los aspectos ambientales y la conservación de la energía en la evaluación de los productos (nuevos y existentes) procesos de manufactura, cambios de producción, compra de material, decisiones del uso del suelo y adquisición de negocios.
- Implementar procedimientos y programas que controlen, reduzcan o eliminen la generación de desechos y contaminantes en las operaciones, al grado que sea económicamente posible y técnicamente práctico.
- Asegurar el entretenimiento de los asociados en las leyes aplicables y en las políticas corporativas que afecten las responsabilidades de sus puestos que hagan su trabajo en beneficio de esta política.
- Comunicar esta política a las personas que efectúen trabajos en nombre de la empresa. Así mismo está visible al público en nuestra entrada.

Como una forma de incorporar el marco de la sustentabilidad en la planta, se hizo una propuesta para los primeros dos elementos mencionados anteriormente:

### **Misión Propuesta**

Bosch Hermosillo es una empresa de seguridad con más de cinco años de servicio en la ciudad y está comprometida con el desarrollo sustentable a través de la prevención, reducción y/o eliminación de sustancias tóxicas tanto al ambiente como a los empleados.

### **Visión propuesta**

Convertirnos en la principal compañía que provee productos de telecomunicaciones promoviendo el desarrollo sustentable por medio de la preservación de los recursos naturales y asumiendo responsabilidad por generaciones futuras.



## Equipo de Sustentabilidad

El Equipo de Sustentabilidad para el programa de prevención a la contaminación y salud ocupacional se conformó por el personal que se muestra en la tabla 6.1; se indica también el puesto que desempeña.

Nombre	Puesto
David Palacios	Estudiante/Líder de programa
Luis Campoy	Planeador de producción
Efrain Terán	Supervisor de línea
Maricela Valenzuela	Operador(a)
Lorenia Ochoa	Operador(a)
Trinidad Palafox	Técnico de mantenimiento
Martha Gurrola	Auditor(a) de calidad
Christian Moreno	Gerente de ingeniería

**Tabla 6.1.** Equipo para programa de prevención a la contaminación y salud ocupacional  
El líder del equipo con ayuda del supervisor de línea, dos operadores que regularmente ensamblan ese producto, el técnico de mantenimiento, la auditora de calidad, el planeador de producción y el gerente de ingeniería, están encargados de diagnosticar la situación actual de la línea y en base a los resultados, definir las metas y objetivos que va a tener el programa.

## 6.3 Caracterización del proceso

### 6.3.1 Insumos químicos usados en el proceso

Durante el proceso de fabricación del micrófono 602T intervienen algunas sustancias o productos químicos que según su composición pueden ser tóxicos a la salud de los trabajadores y medioambiente. A continuación, se presenta la lista (tabla 6.2) de las sustancias químicas que intervienen en el proceso, la cantidad consumida y su código NFPA (siglas en inglés para Asociación Nacional de Protección contra el Fuego).

Nombre de sustancia química	Código NFPA			Proveedor	Unidad	Cantidad consumida
	Salud	Inflamabilidad	Reactividad			
Adhesivo café rub and gskt (adhesivo 1)	2	3	0	Ellsworth adhesive	Litro	5 latas de 1 litro cada 4 meses
Shinetzu blanco silocone rub (adhesivo 2)	1	0	0	Ellsworth adhesive	Onzas	10 tubos de 10.3 oz cada 2 meses
Soldadura core LF	2	1	0	Industralizadora Saduka	Libras	12 rollos de 1 libra al mes
Vinilo loctite thread locker (adhesivo 3)	2	3	0	Ellsworth adhesive	Galones	5 galones cada 6 meses
Fundente	1	3	0	Stanley supply and services	Galones	2 galones cada 6 meses

**Tabla 6.2** Lista de sustancias químicas utilizadas en el proceso

## Manejo de productos químicos en la planta

Los químicos y sustancias suministrados por proveedores, al llegar a la nave industrial, son dados de alta en sistema y después almacenados. La empresa cuenta con un cuarto de químicos que está ubicado en el almacén. Dicho cuarto posee una puerta de seguro electrónico, lo que significa que solo puede ser abierta por personal autorizado. Dentro del cuarto hay tres estantes con todas las sustancias acomodadas por su número de parte, que en muchos casos, dicho acomodo no es el apropiado según la información en las hojas de seguridad. El cuarto cuenta con un extractor que se mantiene encendido todo el día a una velocidad y extracción de aire constante.

Los estantes están aterrizados físicamente por medio de cables a una varilla enterrada a tierra. Tiene también instalación de drenaje, en caso de vertimiento de líquido. No se encontró evidencia de estación para lavado de ojos o regadera en caso de alguna emergencia. Además, la empresa posee otro cuarto pequeño de preparado de químicos, en el que se encuentran dos refrigeradores para almacenamiento de los mismos. Algunos químicos dentro del refrigerador no es necesario que estén en ambientes fríos de acuerdo a la información contenida en las hojas de seguridad.

Seguidamente, en la tabla 6.3, se enlistan los mismos químicos y el almacenamiento que actualmente tienen dentro de la empresa:

Nombre de sustancia química	Almacenamiento actual	Almacenamiento requerido
Adhesivo café rub and gskt (adhesivo 1)	Se almacena en refrigerador en cuarto de preparado de químicos	Almacenar lejos de ácidos, fuentes de calor y agentes oxidantes. Almacenar en zona ventilada. En caso de no haber circulación de aire, usar mascarilla adecuada.
Shinetzu blanco silocone rub (adhesivo 2)	Se almacena en refrigerador en cuarto de preparado de químicos	Almacenar lejos de fuentes de calor y fuentes de ignición. Almacenar en áreas con buena ventilación.
Soldadura core LF	Se guardan en cajones en el área de almacén	Almacenar en condiciones secas. Implementar buena ventilación.
Vinilo loctite thread locker (adhesivo 3)	Se almacena en refrigerador en cuarto de preparado de químicos	Almacenar lejos de ácidos, calor y luz de sol directa. Mantener contenedor en un área bien ventilada.
Fundente	Se almacena en cuarto de químicos.	Almacenar en envase bien cerrado, en ambiente fresco y seco. Mantener alejado de fuentes de incendio. No almacenar con agentes oxidantes.

**Tabla 6.3** Almacenamiento de sustancias químicas.



## Residuos generados en el proceso

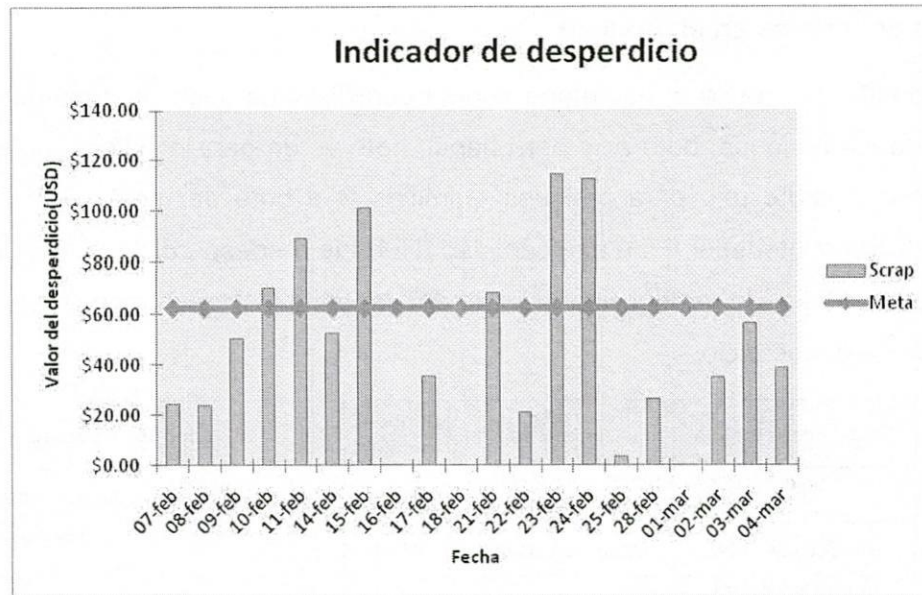
La línea donde se fabrica el micrófono cuenta con distintos tipos de contenedores para disponer de los residuos: bote azul para papel, bote verde para plásticos, bote gris para basura general, bote rojo para residuos químicos y el bote de “scrap” para restos de producto. Cada contenedor tiene una cantidad diferente de desperdicio al mes. Durante el análisis en la línea de producción se elaboró la tabla 6.4 que muestra a detalle la generación de desperdicio.

Tipo de desperdicio	Contenedor	Cantidad mensual	Área donde se genera
Restos de carcasa de plástico	Scrap, para restos de producto	0.5 kg	Preparado de subensamble y ensamble
Residuos de cable	Basura en general	2.0 kg	Preparado de subensamble y área de cable
Trapos/servilletas impregnadas	Rojo, para químicos	5.0 kg	Preparado de subensamble y ensamble
Restos de etiqueta	Rojo, para químicos	0.2 kg	Prueba y empaque
Papel	Azul, para papel	1.0 kg	Prueba y empaque
Plástico	Verde, para plástico	1.0 kg	Prueba y empaque
Escoria de soldadura	Rojo, para químicos	1.0 kg	Preparado de subensamble y ensamble
Agua de caudín contaminada	Rojo, para químicos	1.0 lt	Preparado de subensamble y ensamble
Agujas	Rojo, para químicos	0.5 kg	Preparado de subensamble

**Tabla 6.4** Residuos generados en la línea de producción

### Indicador de desperdicio (scrap)

Antes de comenzar de lleno con el programa, se revisó el proceso en la línea de producción y se comentó con los operarios cuáles eran los mayores desperdicios, donde se destacó como principales a los daños en proceso, material defectuoso de proveedor y productos no conformantes. En la figura 6.1, se puede observar el comportamiento, la tendencia y el valor monetario de los desperdicios en la línea de producción, para el mes de febrero e inicios de marzo 2011.



**Figura 6.1** Indicador de desperdicio febrero e inicios de marzo 2011

Los métricos de desperdicio son indicadores que muestran el desempeño de la línea en relación a las entradas y salidas. De esta manera, se puede determinar el estado actual del desperdicio y hacia dónde se quiere llegar.

### 6.3.2 Descripción del proceso

El modelo 602T es un micrófono dinámico de mano utilizado para la industria de la aviación, generalmente en aviones con cabinas ruidosas o aeronaves militares que demandan productos resistentes y de alta duración. Este micrófono incluye un paquete de tornillos y una moldura metálica para su montaje dentro de los camarotes. Además es un producto cancelador de ruido (ANR por sus siglas en inglés) y cuenta con certificación TSO (Technical Standard Order, por sus siglas en inglés).

El proceso del micrófono consta de 14 operaciones, pero se puede dividir en tres grandes fases que son: el preparado de los subensambles (operaciones 1 – 11), el ensamble de éstos (operación 12) y prueba y empaque (operaciones 13 – 14).

#### Preparado de subensambles (operaciones 1-11)

La fase inicial comienza por colocar mediante una prensa neumática, el código de la fecha que va a llevar el producto en la carcasa exterior, donde se le imprime con presión. Posteriormente se hace una prueba a un material (bocina) que sirve para la transmisión del sonido. Los desperdicios generados en esta fase son principalmente los restos de carcasa.



Después se sella con calor una tela que sirve como resistencia acústica a una parte plástica. En el siguiente paso se toma la bocina probada anteriormente y se le agrega adhesivo 1 para sellarla a la parte plástica. Para finalizar, se le añade adhesivo 2 por arriba, para evitar que la bocina pueda moverse o ser retirada. Los residuos generados en los pasos descritos previamente son salpicaduras de adhesivos y restos de la tela que sirve de resistencia acústica.

En el siguiente paso se toma lo que sirve como interruptor para el botón y se le enroscan unos tornillos para una mejor sujeción. Después se toma una tableta de fenólica a la que se le remachan unas terminales, que van a servir para soldar los filamentos de bobina más adelante.

A continuación se coloca un punto de felpa al actuador o botón, que sirve como referencia al momento de ensamblar y soldar el producto final. Después se corta el cable que luego será usado en el ensamble final, cuando sea soldado por dentro. El mayor desperdicio generado en estos pasos es el sobrante del cable cortado.

Las operaciones subsecuentes consisten en el magnetizado de unos cuadros de imán, el pegado de la tableta de operaciones anteriores a la bobina que irá sobre el micrófono (con adhesivo 3), la cual sirve para reducir las ondas del ambiente, haciendo del micrófono un producto con cancelación de ruido. Finalmente se hornea un aislamiento que sirve para protección del cable, una vez ensamblado en el producto final.

### **Ensamble final (operación 12)**

La operación del ensamble final es importante ya que aquí se conforman todos los subensambles de las operaciones anteriores, y se juntan para tener un solo producto. Cabe mencionar que es la tarea más tardada, pues lleva alrededor de 10 minutos. Salpicaduras de fundente, soldadura y el agua contaminada del caudín forman parte de los desechos generados en esta operación.

### **Prueba y empaque (operaciones 13 y 14)**

Los micrófonos de mano llevan una prueba de sensibilidad y frecuencia para asegurar que el producto cuenta con las especificaciones de cliente en cuanto a decibeles, impedancia, frecuencias, etc. Una vez probado el producto, se empaqueta para ser llevado al área de embarque y posteriormente a una planta hermana en Estado Unidos, que sirve entre otras cosas, de distribuidora. Finalmente, los residuos generados en la operación de prueba y empaque son restos de cartón y bolsa usados para embarcar el producto.

## Diagrama de flujo

Con el fin de determinar la materia prima empleada y las fuentes de desechos ya sea por materiales, transporte y tiempos muertos, el diagrama de flujo sirve para tal causa como una representación gráfica del proceso. El ensamble del micrófono 602T está conformado por 14 operaciones en donde hay transportes, inspecciones y demoras. En la figura 6.2 se puede observar el detalle de las operaciones y sus respectivos tiempos.

Paso	Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (minutos)
1	Código de fecha	●	➔	D	□	▼	0.41
2	Prueba de bocina	●	➔	D	□	▽	0.11
3	Sellado con calor	●	➔	D	□	▽	0.52
4	Ensamble de micrófono	●	➔	D	□	▽	3.17
5	Ensamble de interruptor	●	➔	D	□	▽	0.83
6	Remache de terminales	●	➔	D	□	▽	1.14
7	Actuador de terminal	●	➔	D	□	▽	0.36
8	Corte de cable	○	➔	D	□	▼	0.86
9	Mangetizado	●	➔	D	□	▽	0.72
10	Pegado de soporte de bobina	●	➔	D	□	▽	2.66
11	Horneado de aislamiento	●	➔	D	□	▽	0.57
12	Ensamble de partes y soldado	○	➔	D	□	▼	9.75
13	Prueba	●	➔	D	□	▽	2.24
14	Empaque	●	➔	D	□	▽	1.40

**Figura 6.2** Diagrama de flujo de operaciones



### 6.3.3 Mapeo del proceso

El siguiente diagrama (figura 6.3) da a conocer el proceso de manufactura del micrófono 602-33XX fabricado en la línea de producción, que pertenece a la familia 602T. Se muestra el proceso de transformación hasta que se embarca a clientes, como un micrófono de mano. Los datos se muestran para lotes de 25 unidades.

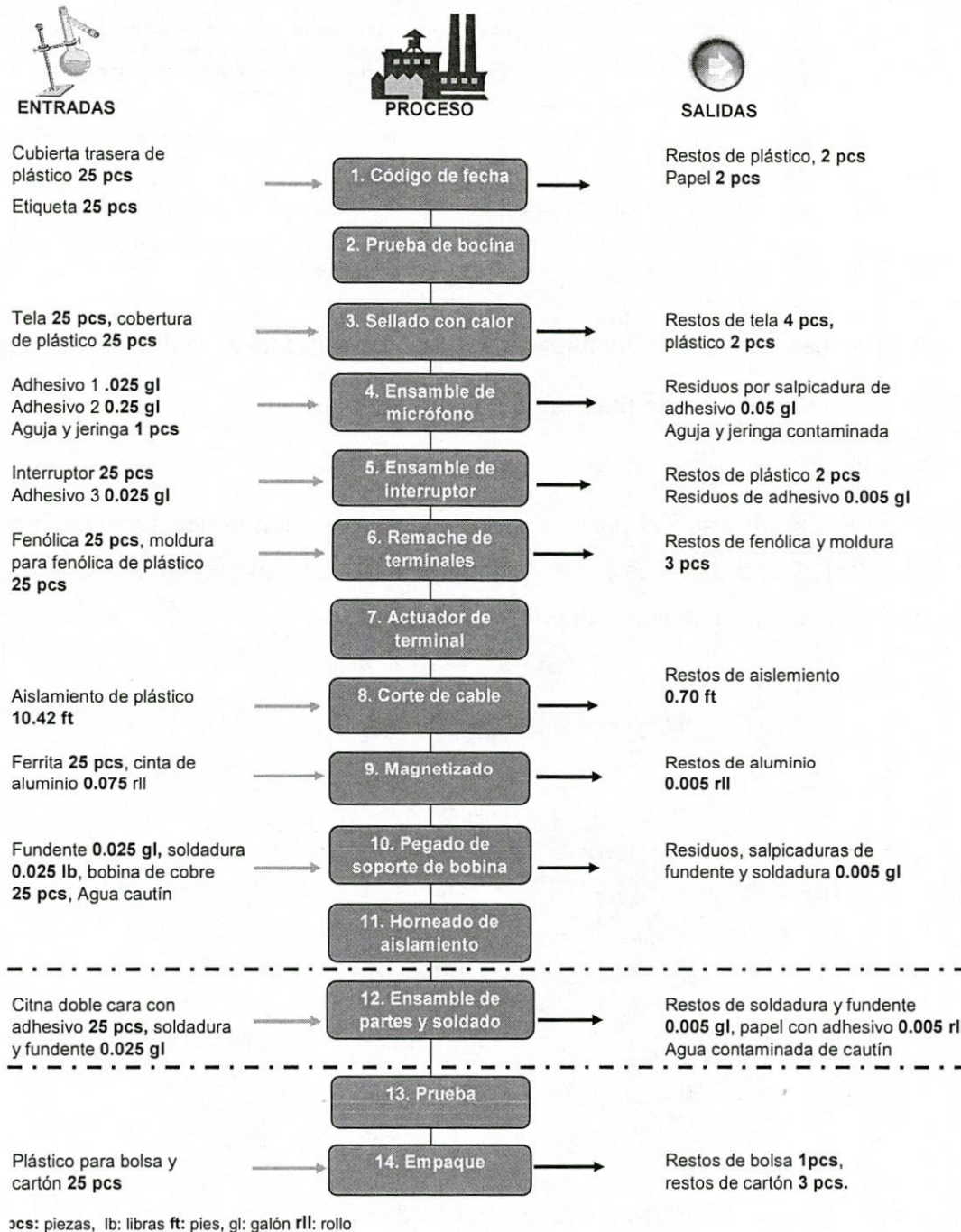


Figura 6.3 Mapeo del proceso de manufactura en modelo 602T (cantidades de 25)

## Riesgos detectados durante el diagnóstico situacional

En la tabla 6.5, se muestran los riesgos detectados en la línea de producción actualmente, en referencia a normas mexicanas.

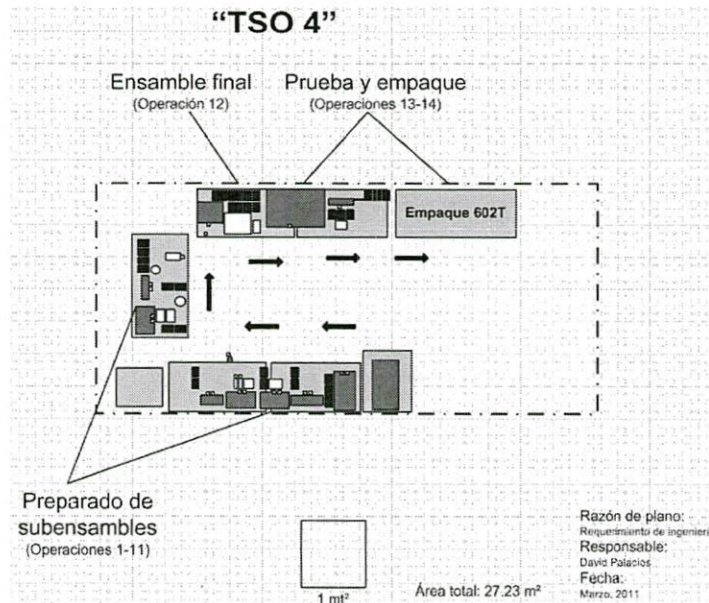
Riesgo	Norma	Descripción	Cumple	Comentarios
Uso de productos químicos	NOM-028-STPS-2004	Químicos usados en la línea de producción	No	Aunque se cuenta con un catálogo de hojas de seguridad de los químicos, no todo el personal está enterado de los riesgos por el uso de sustancias tóxicas en los procesos.
Separación de residuos	ISO 14001	Desperdicio desechado según su composición	No	La línea cuenta con distintos contenedores para depositar el desperdicio: papel, plástico, químicos y basura general. Los desperdicios de productos como aislamiento de cable son dispuestos en contenedores de basura normal.
Manejo de químicos	NOM-005-STPS-1998	Manejo de los químicos durante el proceso de producción	No	No todo el almacenamiento de los químicos es el adecuado. Químicos acomodados sin orden particular. No todo el personal de producción cuenta con adiestramiento en primeros auxilios.
Ergonomía	N/A	Prácticas ergonómicas en área de trabajo	No	Aunque no se cuenta registros de lesiones musculoesqueléticas, la línea no cuenta con estudios de ergonomía.

**Tabla 6.5** Riesgos detectados durante el diagnóstico situacional en la línea de producción

## 6.4 Evaluación de riesgos ocupacionales y ambientales

### 6.4.1 Distribución de área.

En la figura 6.4 se muestra el área de la línea de producción donde se manufactura el micrófono 602T. Dicho plano está dividido en tres espacios, que son el preparado de los subensambles, el ensamble final y la prueba y empaque.



**Figura 6.4** Área de línea de producción

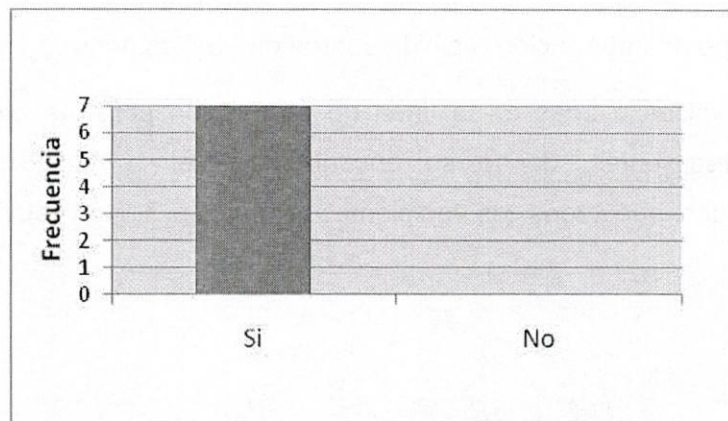


## 6.4.2 Percepción de las condiciones de salud y seguridad ocupacional.

### a) Percepción Interna.

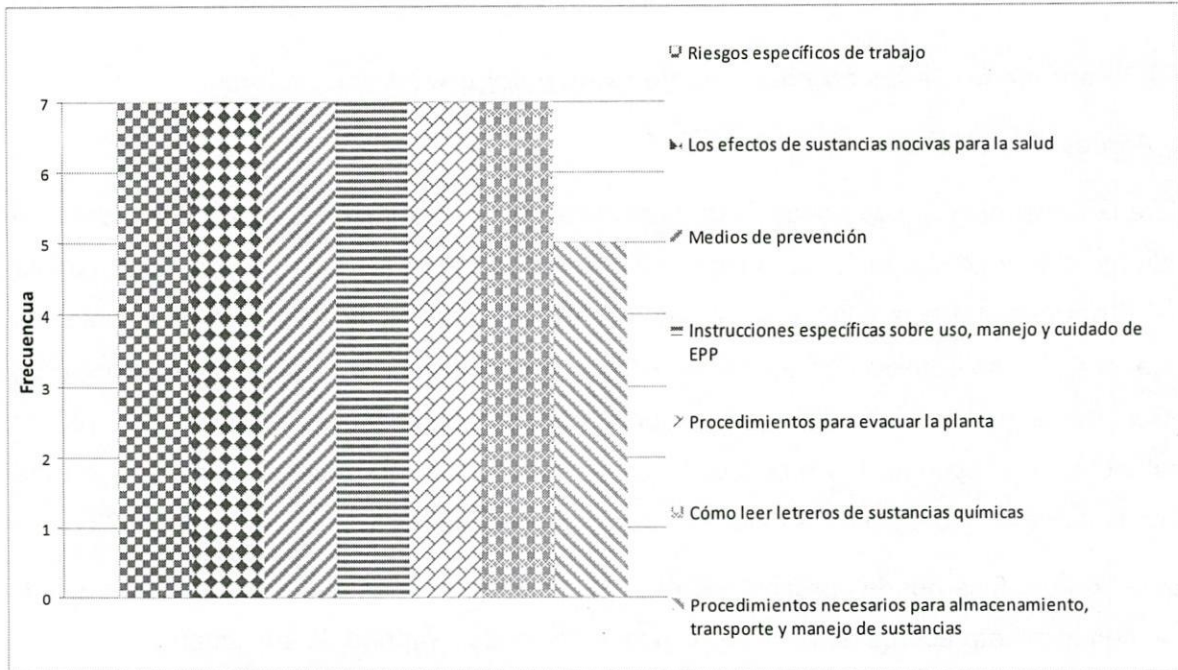
Para conocer el grado de conocimiento del personal directo acerca de las condiciones de salud y seguridad ocupacional, a siete operadores se les aplicó una encuesta que consta de 15 preguntas, todas relacionadas con la salud ocupacional de su puesto de trabajo. De igual manera, se empleó otra encuesta a ciertos negocios comerciales que se encuentran cerca de la planta, para conocer el punto de vista exterior de la fábrica. En primer instancia, se presentan los resultados y conclusiones de las encuestas internas en las figuras 4 a la 17 y después las externas, que comprenden las figuras de la 18 a la 22.

En la figura 6.5 se puede apreciar que el 100% de las personas encuestadas dicen contar con conocimiento acerca de los riesgos asociados al desempeño de sus labores.



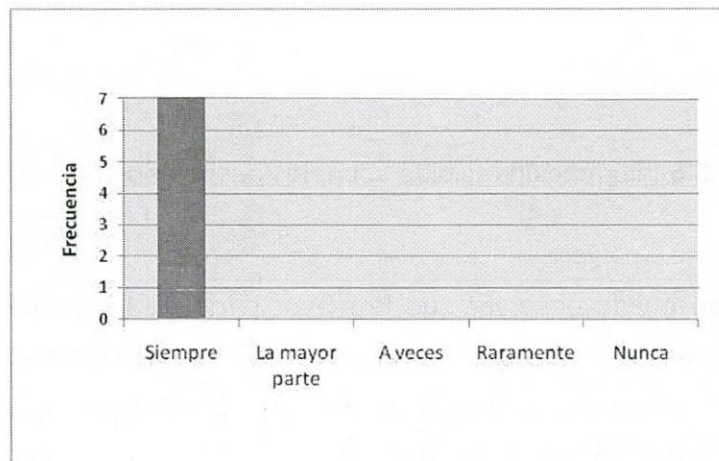
**Figura 6.5** Información recibida sobre los riesgos en las operaciones

En la figura 6.6 se puede observar que la mayor parte de las personas entrevistadas afirman que han recibido información de la empresa con respecto efectos nocivos en el trabajo y medios de prevención mientras que sólo 2 comentan que no han recibido información del almacenamiento de las mismas.



**Figura 6.6** Tipo de información recibida acerca de efectos nocivos en el trabajo

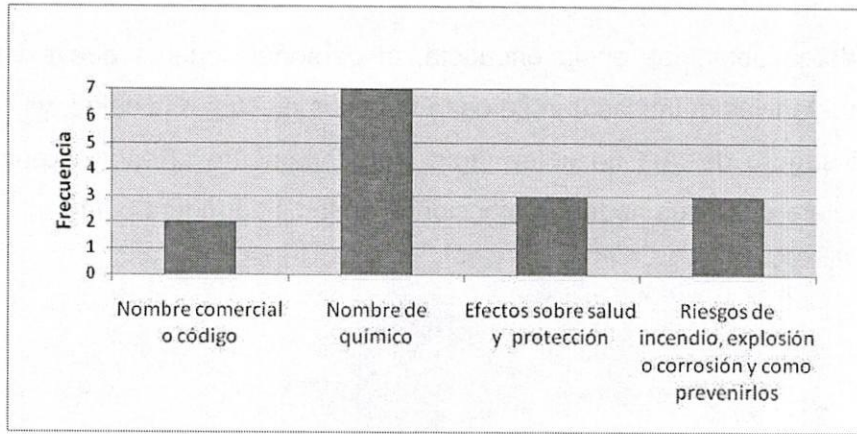
Las sustancias químicas usadas en la línea de producción para las operaciones son conservadas en recipientes, donde se encontró que el 100% de los empleados consultados coinciden que todos los recipientes y envases tienen letreros escritos en español (figura 6.7).



**Figura 6.7** Letreros de recipientes escritos en español

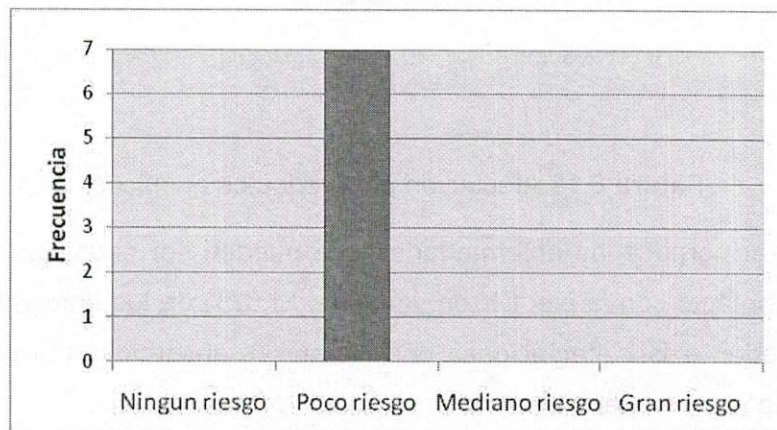
Se puede apreciar que respecto a la información contenida en letreros (figura 6.8), el 100% de los operadores comenta que generalmente los recipientes y botellas para almacenar los químicos tienen el nombre impreso o escrito de la sustancia.





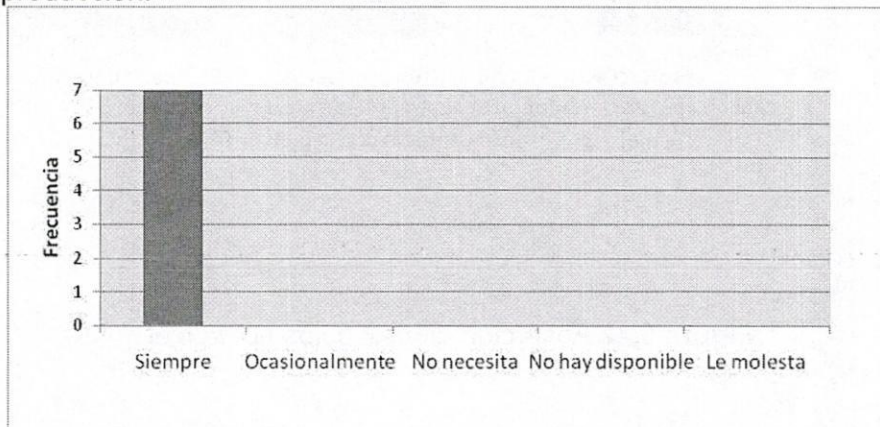
**Figura 6.8** Nombre de la sustancia contenida en letreros

Se puede notar en la figura 6.9, que el trabajo en la línea de producción se considera de poco riesgo de acuerdo a la percepción de los obreros.



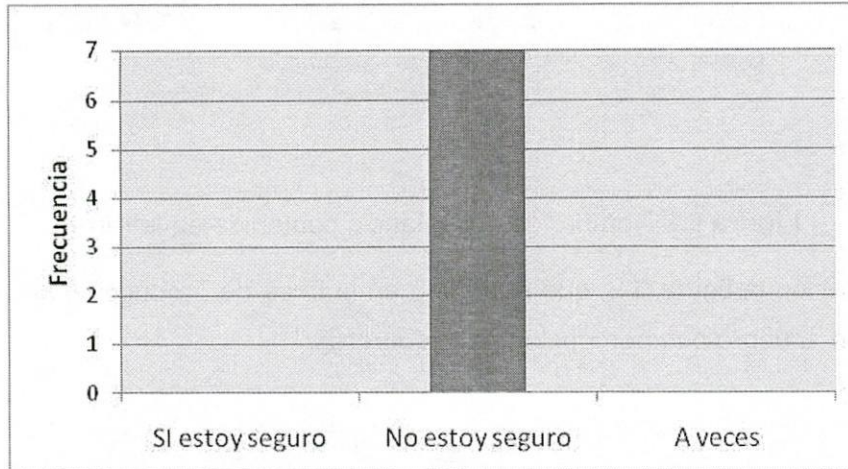
**Figura 6.9** Apreciación de peligrosidad en trabajo

Con respecto a la figura 6.10, los consultados dicen usar equipo de protección personal todo el tiempo que dura la jornada, ya que este es uno de los requisitos para poder trabajar en producción.



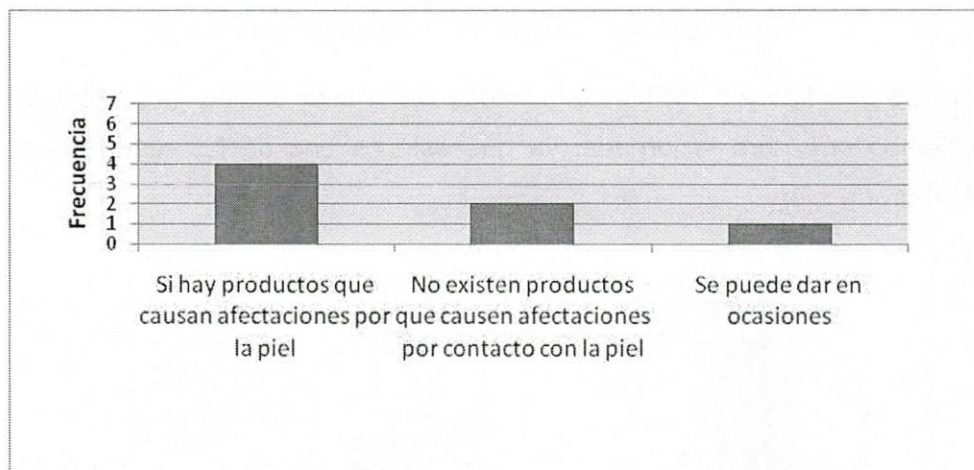
**Figura 6.10** Uso de equipo de protección personal

Acorde a los datos obtenidos en la encuesta, el personal cuenta que existen dudas acerca de las sustancias químicas que se usan y de sus efectos a la salud, ya que ningún empleado está seguro de que no enfermarse inmediatamente al estar expuesto a una sustancia, no quiere decir que no tenga afecciones en la salud (figura 6.11).



**Figura 6.11** Afectación por productos químicos.

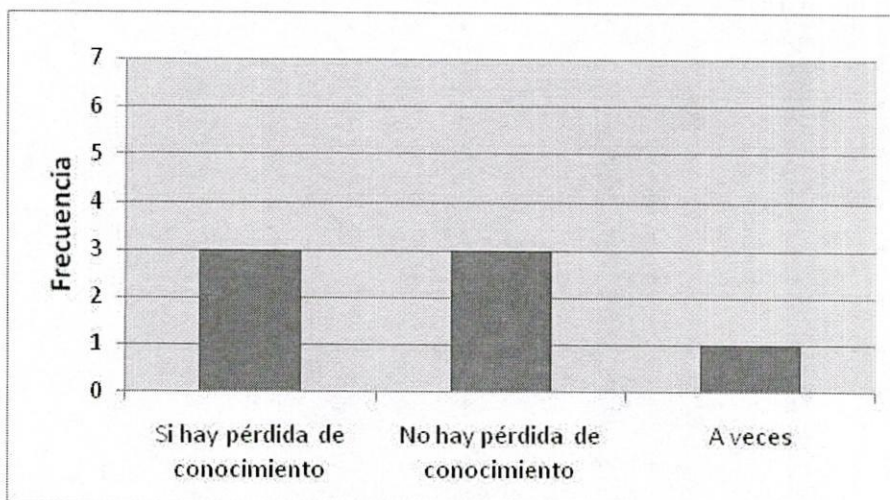
Las respuestas en torno a las enfermedades que pueden ser causadas por sustancias que entren en contacto con la piel fueron variadas. El 57% de los entrevistados comenta creer que si pueden existir afectaciones por sustancias absorbidas por la piel, mientras que el 14% opina que se puede dar sólo en ocasiones (figura 6.12).



**Figura 6.12** Absorción de productos por la piel

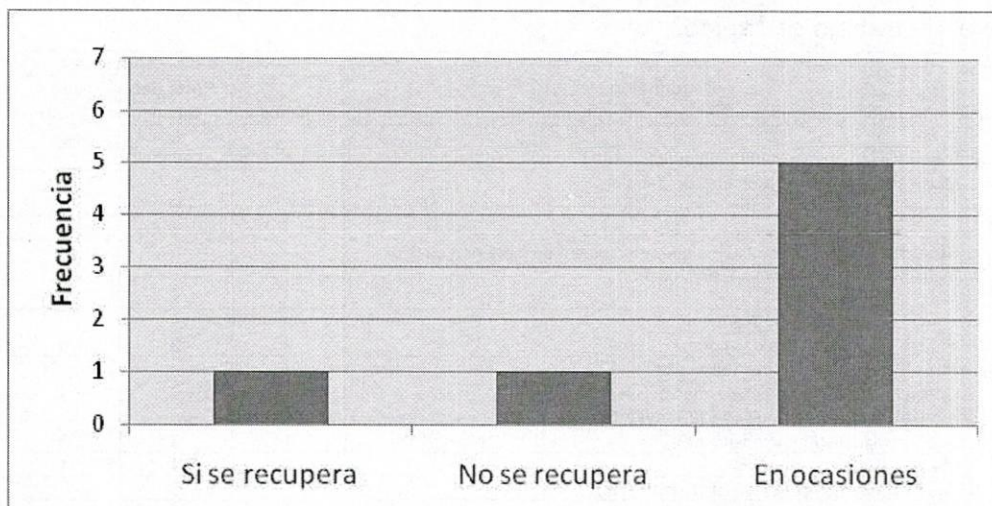


Para la figura 6.13, el 42% el personal entrevistado expone que no puede haber pérdida de conocimiento por el uso de productos químicos, mientras que el 14% de los encuestados coincide en que puede haber ocasiones que sí se presente el caso.



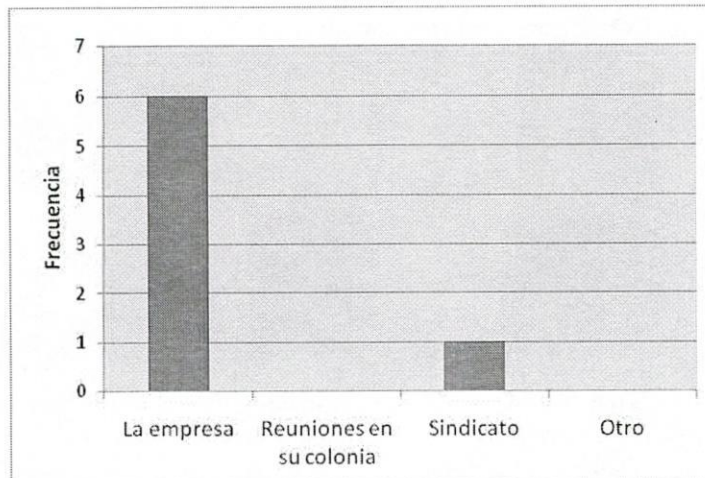
**Figura 6.13** Pérdida de conocimiento por productos químicos

De acuerdo a la figura 6.14, aproximadamente el 71% de los operadores consultados dice creer que la exposición al ruido en la fábrica afecta la habilidad de oír, sin embargo, opinan que se recupera eventualmente; no así un 14%, los cuales precisan que la habilidad no vuelve.



**Figura 6.14** Pérdida de habilidad de oír por exposición al ruido en fábrica.

El 85% del personal directo consultado comenta estar de acuerdo que la empresa proporcionó los conocimientos acerca de los riesgos en los centros de trabajo. Sin embargo, el porcentaje restante opina que los responsables fueron los encargados del sindicato (figura 6.15).



**Figura 6.15** Conocimiento de riesgos en el trabajo.

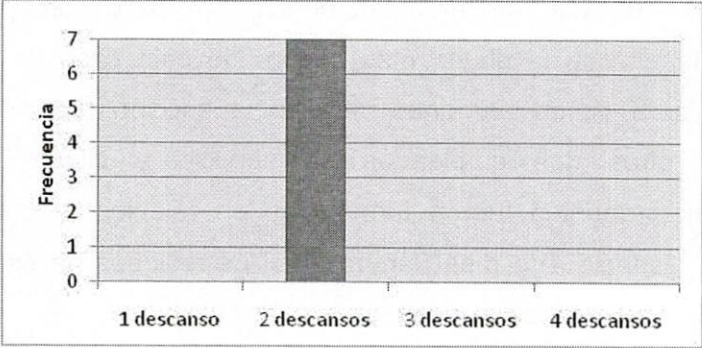
En base a la tabla 6.6, se puede apreciar que la mayor parte de los interrogados coincide que el ruido les molesta en una parte del turno solamente; también dicen afirmar que la tierra y el polvo se encuentran presentes en más de la mitad del turno; que el alcohol, vinyl y flux son productos químicos usados regularmente en operación por lo que están presentes en la mayor parte de la jornada. Además, el 42% de los consultados expresan que el nivel de trabajo es rápido.

Descripción	Número de respuestas		
	Nunca	Parte del turno	Todo el turno
a. Ruido		6	1
b. Vibración (máquinas, herramientas, etc.)	4	3	
c. Malas condiciones del ambiente de trabajo			
Alto calor		6	1
Mala ventilación		3	4
d. Sustancias químicas en el aire o que usted usar o de otras personas o máquinas en los alrededores. Estas incluyen			
Polvos		5	2
Cuáles <u>Tierra</u>			
Humos, gases o vapores	2	2	3
Cuáles <u>Estaño</u>			
e. Contacto con la piel con sustancias químicas		3	4
Cuáles <u>Alcohol, Vinyl y flux</u>			
f. Mala iluminación (muy intensa o baja)	1	3	3
g. Mucho esfuerzo para los ojos.	2	4	1
h. Posición incómoda (agachado, de lado, etc.)	2	5	
i. Movimientos repetidos de brazo o mano	2	4	1
j. Cargas pesadas o actividad física intensa	5	2	
k. Movimientos de esfuerzo enérgico de brazo o mano	4	2	1
l. Trabajo aburrido (monótono)	4	3	
m. Dependencia del ritmo de trabajo de una máquina o de una banda	1	2	4
¿Cómo considera el ritmo de trabajo?			
Lento      Normal      Rápido      Muy rápido	4	3	

**Tabla 6.6** Riesgos presentes en estación de trabajo

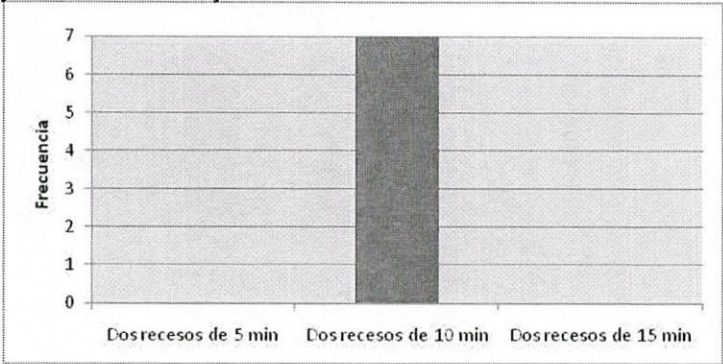


Se puede apreciar en la figura 6.16 con respecto a los descansos diarios, que el 100% de los interrogados señalan que tienen al día solamente dos descansos sin contar el tiempo de la comida.



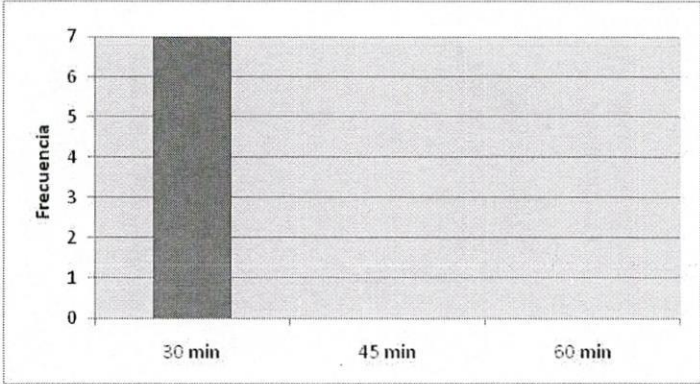
**Figura 6.16** Descansos diarios

En adición a la imagen anterior, como se muestra en la siguiente figura (6.17), el 100% de los encuestados exponen tener 2 recesos de 10 minutos, sumando un total de 20 minutos de descanso en la jornada de trabajo diaria.



**Figura 6.17** Minutos de descanso

Finalmente, todo el personal expone tener un tiempo de 30 minutos para comer antes de volver a retomar labores (figura 6.18).



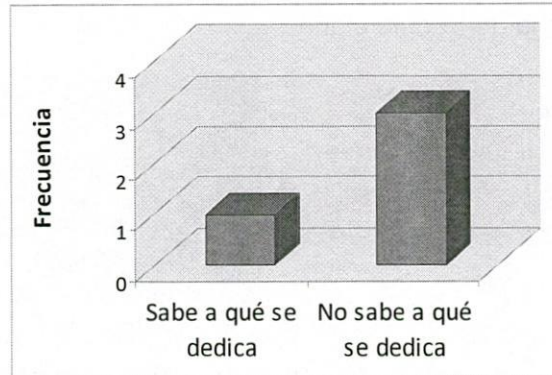
**Figura 6.18** Minutos de comida

## b) Percepción Externa.

Con respecto a la encuesta de exteriores, se llevó a cabo un sondeo sencillo de cinco preguntas, donde se entrevistó a personal de un supermercado y una papelería, gracias a la cercanía que tienen con la planta maquiladora de este caso de estudio. En dicho sondeo se consultó a cuatro personas, dos de la sección de frutas y verduras en supermercado, y otros dos empleados de servicio a cliente en la papelería. Principalmente, las preguntas fueron formuladas en relación al conocimiento de los entrevistados con respecto a la maquiladora, y si los residuos de ésta han ocasionado alguna afectación en sus labores diarias

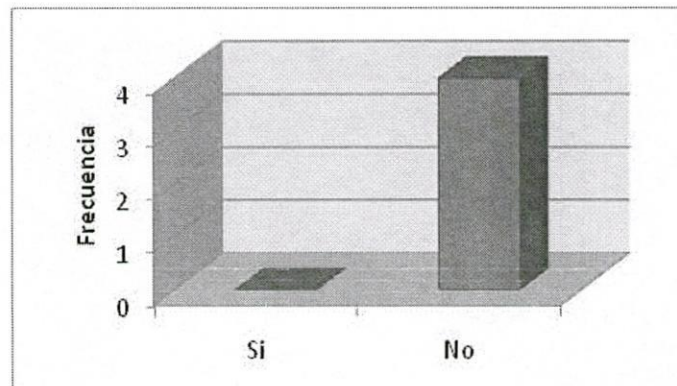
A continuación, los resultados obtenidos:

Con respecto a la figura 6.19, el 75% de las personas consultadas durante la encuesta dicen no conocer a qué se dedica la empresa manufacturera de esta investigación.



**Figura 6.19** Conocimiento de la maquiladora en el exterior.

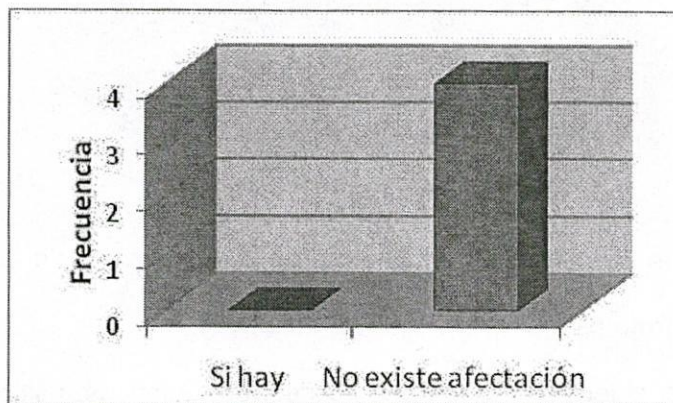
Basados en la figura 6.20, los entrevistados concuerdan que ningún tipo de residuo de la empresa manufacturera ha caído en territorio donde estas personas laboran.



**Figura 6.20.** Residuos en territorio ajeno.

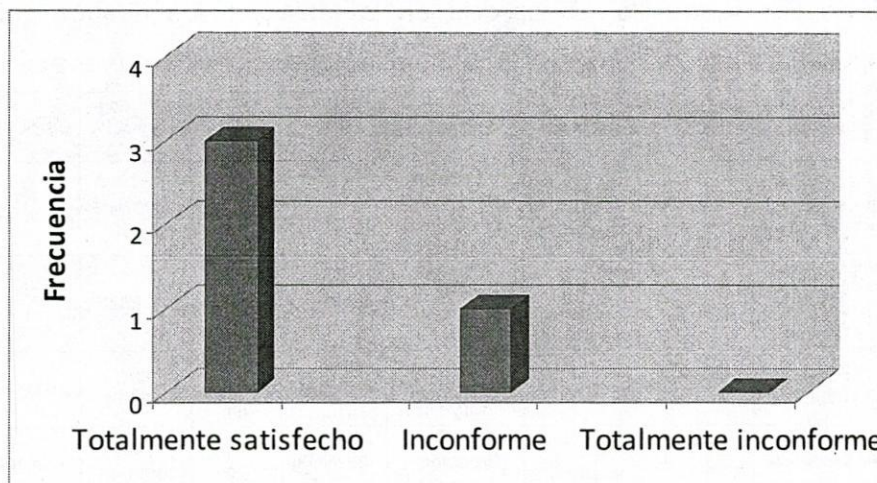


En relación al cuestionamiento anterior, las personas coinciden también en que ningún residuo de la empresa ha representado alguna afectación en el trabajo y actividades diarias de las personas entrevistadas (figura 6.21).



**Figura 6.21** Afectaciones por los residuos de la maquiladora en negocios cercanos.

Además de los residuos y contaminantes, se preguntó acerca de otros tipos de inconformidades que consistían en bloqueo de vialidades por carros o trailers de la empresa, ruido de la planta y movimientos de camiones de carga. Tres de los entrevistados, como se puede ver en la figura 6.22, comentaron estar satisfechos mientras que uno estuvo en desacuerdo, exponiendo inconformidad por las situaciones mencionadas previamente.



**Figura 6.22** Inconformidades de negocios vecinos.

Por último, en la figura 6.23 se puede apreciar que el 100% de las personas que formaron parte del estudio, están de acuerdo que la maquiladora no repercute o tiene impactos negativos en su lugar de trabajo, propiedad o medio ambiente.

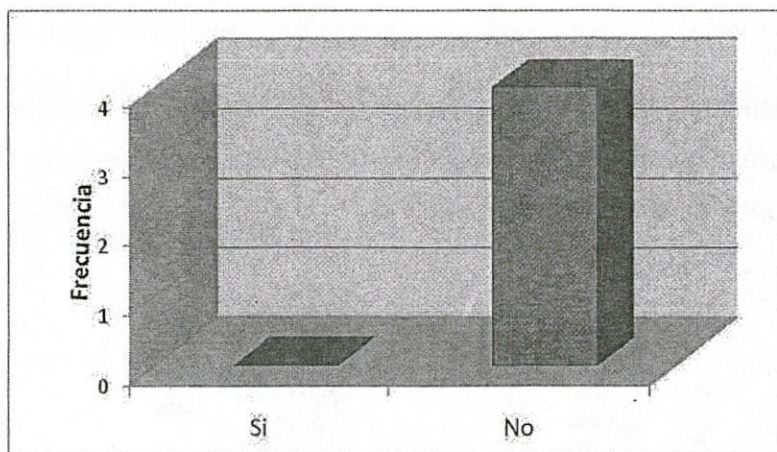


Figura 6.23 Percepción de impacto negativo en propiedades vecinas o medioambiente.

### 6.4.3 Riesgos Ocupacionales

En este apartado se consideraron cinco tipos de riesgos: químicos, físicos, ambientales, ocupacionales y psicosociales

#### a) Riesgos Químicos

En el proceso de manufactura intervienen numerosos materiales y químicos que, por su composición, algunos de ellos pueden ser peligrosos. A continuación, se muestran los riesgos de tales sustancias (tabla 6.7) que fueron identificadas como peligrosas de acuerdo a su hoja de seguridad (MSDS por sus siglas en inglés). Además, en base a datos históricos de la empresa de un estudio llevado a cabo en agosto del 2010 por Laboratorio Kino de Hermosillo, se aprecia en la tabla 6.8 los riesgos químicos por sustancias volátiles de las operaciones, en base a la norma mexicana (ver anexo A2).

Componente	Número de CAS	Características	Vía de entrada	Presión de vapor (VP)	LEL %	Punto inflamación °F y °C	OSHA PEL
Adhesivo café (ADH, RUB AND GSKT, 3M #847)	9003-18-3	Explosivo, inflamable, irritante, tóxico	Inhalación, ingestión, contacto con piel y ojos	185 mmHg (a 20°C)	2.6	-20°C (-4°F)	No determinado
Shinetzu blanco (CEM SILOCONE RUB, WHT, 10.3 OZ TUBES)	1185-55-3	Explosivo, inflamable, irritante, tóxico, corrosivo	Inhalación, ingestión, contacto con piel y ojos	No determinado	No determinado	11°C (52°F)	No determinado
Soldadura 275 CORE LF	7440-31-5	Irritante, tóxico	Inhalación, contacto con piel y ojos	1 mmHg	No determinado	93°C (199°F)	2.0 Mg / m³
Vinilo Loctite 242 thread locker	67-64-1	Irritante	Inhalación, ingestión, contacto con piel y ojos	185 mmHg (a 68°F)	0.9	-20°C (-4°F)	TWA 1000 ppm
Fundente flux	8050097	Irritante, inflamable	Inhalación, contacto con piel y ojos	30 mmHg	2.0	18°C (64°F)	No determinado

CAS: número de identificación de compuesto químico (Chemical Abstracts Service, por sus siglas en inglés)

VP: Presión de vapor

LEL: Límite inferior de explosividad

OSHA PEL: Límite de exposición permisible por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration, por sus siglas en inglés)

Tabla 6.7. Compilado de riesgos químicos de las operaciones



<b>Sustancias volátiles</b>
NOM 010 (LMPE-PPT*)
Estaño: 2 mg/l
No detectado

NOM-10-STPS-1999 condiciones de seguridad e higiene

\*Límite Máximo Permissible de Exposición Promedio Ponderado en el tiempo.

**Tabla 6.8** Resultados de sustancias volátiles en operación con respecto a Normas Mexicanas por Laboratorios Kino

### b) Riesgos Físicos

Para efectos de este proyecto, los indicadores de riesgos físicos se tomaron de información histórica ya que en la empresa de este caso de estudio ciertos parámetros de seguridad e higiene ocupacional se hacen por medio de muestras realizadas por el Laboratorio Kino (ver anexo A3 y A4), donde se revisó la luminosidad del área y el sonido derivadas de las operaciones de manufactura en celdas de producción. Estas pruebas fueron llevadas a cabo en agosto del año 2010 y se analizaron todas las líneas de producción. Los resultados fueron medidos en referencia con las Normas Oficiales Mexicanas y el resumen se encuentra en la tabla 6.9:

Descripción	Iluminación	Sonido
	NOM 025	NOM 011
Referencia según NOM	300 lux	90 dB
Prueba realizada en línea de producción	750 lux	61 dB

NOM-011-STPS-2001 para sonido ocupacional  
 NOM-025-STPS-2008 condiciones de iluminación

**Tabla 6.9.** Condiciones de seguridad e higiene laboral con respecto a Normas Oficiales Mexicanas por Laboratorio Kino.

### c) Riesgos Ergonómicos

El método usado para evaluar las posturas de trabajo en la línea de TSO 4 se conoce como "Ergo check". Es un método usado en las plantas de la misma compañía alrededor del mundo. Básicamente la evaluación consiste en clasificar de manera simple y sistemática las posturas de trabajo; postura del cuerpo y cargas, alcance y campo de visión, espacio para movimiento y dispositivos operativos. Para la línea de producción, se

analizaron las 3 áreas que la conforman que son: 1) preparados 2) ensamble final 3) prueba y empaque. En base a este método, el área con acciones correctivas por implementar sería para el área de empaque, gracias a que el obrero realiza estas operaciones de pie y moviéndose de un lado a otro. En Anexo A5 se presenta el resultado obtenido en las diferentes estaciones.

Como complemento, el autor de este estudio realizó un análisis adicional de las áreas recurriendo al método de Ovako realizado por Osmo Karhu y Bjorn Trappe, conocido como OWAS (por sus siglas en inglés). Dicho método consiste en identificar las posturas de espalda, brazos, pierna y la fuerza muscular en las diferentes etapas del trabajo. El objetivo es identificar las posturas que adoptan los empleados en sus labores cotidianas para tomar las medidas correspondientes y evitar tener lesiones músculo esqueléticas. Los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 6.10 que corresponden a las operaciones de las 3 áreas con las que cuenta la línea, que se presentan a continuación:

Pasos	Preparado de sub ensambles, ensamble final, prueba y empaque						Nivel obtenido	
	Actividad	Posición espalda	Posición brazos	Posición piernas	Fuerza	Fase		
Preparado de sub ensambles	1	Prensar código de fecha	2	1	1	1	1	2
	2	Probar bocina	1	1	1	1	2	1
	3	Sellado con calor	1	1	1	1	3	1
	4	Ensamble de micrófono	1	1	1	1	4	1
	5	Ensamble de interruptor	1	1	1	1	5	1
	6	Remachar terminales	1	1	1	1	6	1
	7	Actuador de terminal	1	1	1	1	7	1
	8	Cortar cable	2	1	1	1	8	2
	9	Magnetizar	1	1	4	1	9	2
	10	Pegado de soporte a bobina	1	1	1	1	10	1
	11	Horneado de aislamiento	1	1	1	1	11	1
Ens. Final	12	Ensamble de partes	1	1	1	1	12	1
	13	Soldado de filamentos	1	1	1	1	13	1
	14	Atornillar carcaza	1	1	1	1	14	1
Prueba y empaque	15	Colocar producto en fixture	1	1	1	1	15	1
	16	Prueba	1	1	1	1	16	1
	17	Limpieza de micrófono	1	1	1	1	17	1
	18	Armado de caja	3	1	7	1	18	3
	19	Empaque de producto	3	1	7	1	19	3

**Tabla 6.10** Apreciación a posturas en estaciones de trabajo de las diferentes fases

En los resultados de la evaluación por medio de OWAS la valoración sigue la numeración de menor a mayor, siendo 1 como el nivel más bajo el cual indica que hay un riesgo



ergonómico mínimo o nulo y el 4 con efectos adversos máximos en el sistema músculo esquelético.

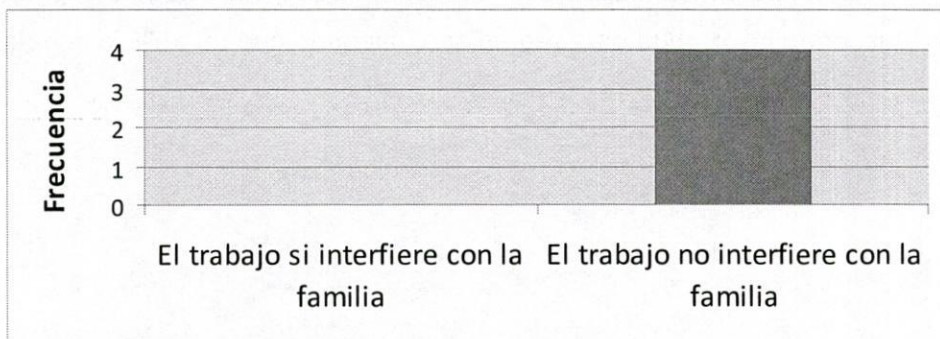
Se puede observar que la mayoría de las fases tienen el nivel más bajo, sin embargo, las fases 1, 8 y 9 tienen un nivel 2, debido a que la postura de la espalda y piernas en esas operaciones puede causar daño al sistema músculo esquelético por lo que se necesitan definir acciones correctivas en un futuro cercano.

Las fases 18 y 19 tienen un nivel 3, debido a que el asociado está la mayor parte de pie, caminando de un lado a otro con giros en espalda. Por lo mismo, estas fases tienen necesidad de acciones correctivas lo más pronto posible.

#### d) Riesgos Psicosociales

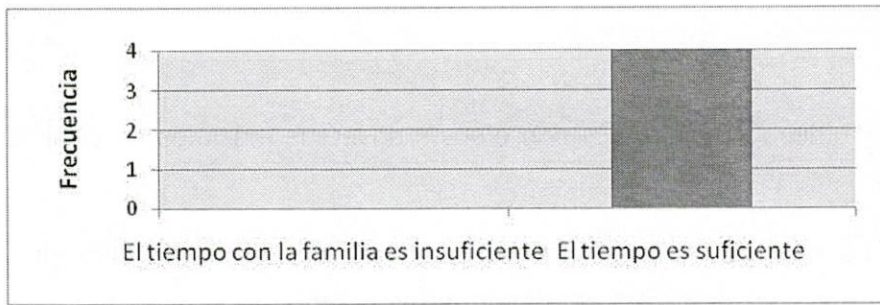
Para conocer si existen riesgos psicosociales en la planta se aplicó a 4 empleados de producción una encuesta sencilla basada en criterios del compendio "Expanding our understanding of the psychosocial work environment" (Bond et al., 2007) con la finalidad de estar al tanto en la opinión del personal directo que trabaja en las líneas con respecto a factores que representan estrés laboral, como son el trabajo y la familia, el género de la persona y el trato a los empleados. Los resultados fueron los que se describen a continuación:

En la figura 6.24 se puede observar que el 100% de las personas consultadas confirman que el trabajo no interfiere con su vida familiar.



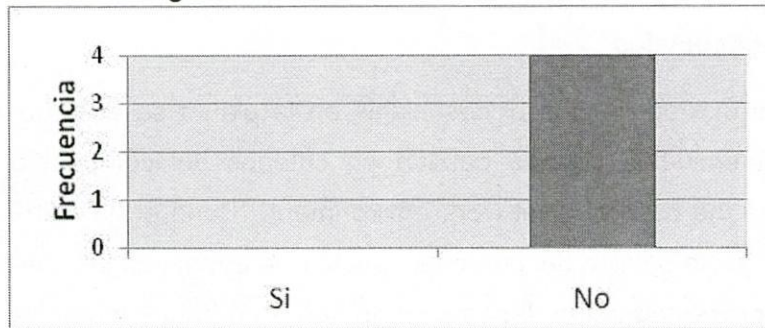
**Figura 6.24** El trabajo e interrupción con la vida familiar

En relación a la figura anterior, la siguiente imagen nos da a conocer la opinión del persona con respecto al tiempo que le dedican a su familia, el cual se considera según las respuestas de los consultados, que es suficiente (figura 6.25).



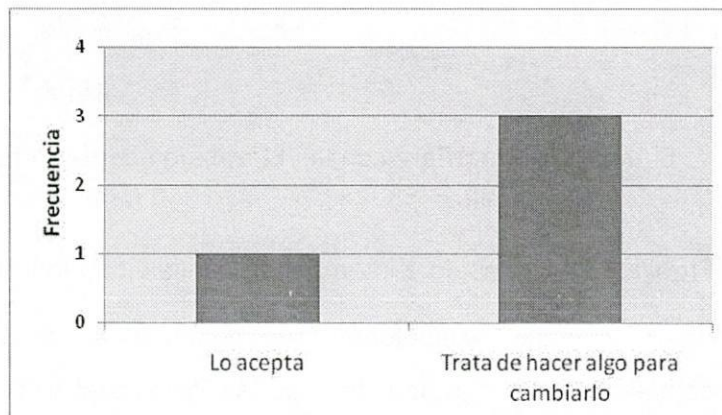
**Figura 6.25** Tiempo dedicado a la familia.

Dado que en la empresa las mujeres representan la mayor parte de la mano de obra directa, éstas aseguran que en ningún momento alguno de los empleados hombres las ha hecho sentir inferior ya sea en el aspecto biológico, emocional o intelectual como se presenta en la figura 6.26. Además, las mismas personas afirman que por el hecho de ser mujeres, no les ha faltado el soporte de sus jefes inmediatos como supervisores de producción o el personal de ingeniería.



**Figura 6.26** Percepción de género en el lugar de trabajo y opinión acerca de la falta de soporte por superiores.

Con respecto a la percepción del trato recibido, en la figura 6.27 se puede observar que un 75% de las personas consultadas están de acuerdo que si se llegará a presentar un trato injusto, buscarían hacer algo para remediarlo, mientras que un 25% lo aceptaría.



**Figura 6.27** Acción que seguiría en caso de un posible trato injusto al personal productivo.



Por último, el personal directo ha presentado quejas a personal debido a la cercanía de la línea de producción con los baños, ya que éstos se encuentran distribuidos justamente enfrente del área de trabajo. Esto trae como consecuencias que durante la jornada se presenten olores desagradables que provienen de las tuberías del baño.

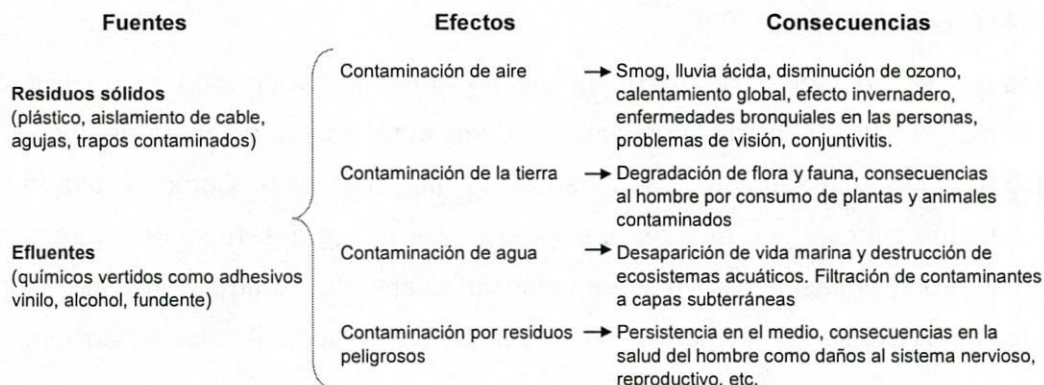
En resumen, los riesgos ocupacionales encontrados durante el proceso de fabricación del micrófono fueron categorizados en los 3 espacios principales que conforman el área de la línea. En la tabla 6.11 se muestran con mayor detalle y a qué espacio de la línea pertenecen

Riesgos	Área		
	Preparado de subensamble	Ensamble final	Prueba y empaque
<b>Químicos</b>			
Exposición a sustancias como adhesivos y soldadura	X	X	
<b>Ergonómicos</b>			
Malas posturas			X
De pie por largos periodos de tiempo			X

**Tabla 6.11** Resumen de riesgos ocupacionales en el área.

### 6.4.3 Riesgos ambientales

Los riesgos ambientales detectados durante el proceso fueron clasificados según su fuente, ya sea como sólidos (desperdicio) o efluentes (vertimiento de sustancias). Las emisiones al aire no aplican debido a que es una ensambladora pequeña que no cuenta con chimeneas y ninguno de sus productos tiene como resultado contaminación significativa al aire. En la siguiente imagen (figura 6.28) se describen los peligros ambientales encontrados y sus posibles efectos en la biósfera.



**Figura 6.28** Riesgos ambientales y sus posibles efectos

## **6.5 Evaluación de controles de seguridad y salud ocupacional**

### **a) Controles de ingeniería**

La línea de producción cuenta con los siguientes controles de ingeniería:

- Cada estación de soldadura tiene un extractor para evitar que humos y vapores de estaño sean respirados por los operadores.
- Las prensas tienen seguros o “guardas” para evitar que las personas accionen por accidente el mecanismo de la máquina y se lastimen las manos. Mientras las prensas son acomodadas según la operación que se va a realizar, los seguros son activados automáticamente por tomas de aire, lo que impide el funcionamiento de la máquina aunque sus botones sean activados por el personal.
- Las estaciones que requieren de operaciones más detalladas y precisas, poseen lámparas montables y ajustables a la altura deseada. Cabe mencionar que dichas lámparas tienen dos tipos de luz, una blanca y la amarilla, para comodidad de la persona. Tales luces pueden ser activadas al mismo tiempo, permitiendo tener una mayor iluminación a quien esté en el área.
- Operaciones que usen tablillas con circuitos tienen un tapete antiestático dentro de la misma estación, para que la persona se conecte y sea propiamente aterrizada. De esta manera no se dañan los materiales ni se lastiman las personas por descargas eléctricas.

### **b) Controles administrativos**

Con respecto a los controles administrativos, se encontró lo siguiente:

- Las personas cuentan con un receso de 10 minutos, dos veces al día y uno de 30 minutos para la hora de comer.
- La rotación de personal dentro de la misma línea de producción se realiza con frecuencia ya que se busca que las personas aprendan a elaborar de todos los productos y no solamente que se queden en una operación. Como resultado, las personas que cuentan con más años en la empresa saben desempeñar labores en la mayoría de las líneas debido a la experiencia alcanzada. Además, la exposición a trabajos de mayor riesgo es menor entre las personas debido a la misma rotación.
- La línea de producción que tenga mayor limpieza o mayor número de propuestas de mejora al mes, se les obsequia una comida a todo el personal que conforma esa línea,



así como plumas, loncheras, termos y diversos artículos, en agradecimiento por su desempeño y esfuerzo

### **c) Equipo de protección personal (EPP)**

Los empleados disponen de una serie de artículos de protección personal para su uso diario, el cual es obligatorio. El equipo de protección se describe a continuación:

- **Lentes de seguridad:** Dichas gafas proporcionan resguardo de los ojos contra salpicaduras de adhesivos, fundente y soldadura. Además sirven como pantalla para evitar golpes por herramienta u otros artefactos que se encuentran en la plana.
- **Batas antiestáticas:** tienen como función principal la protección de la persona en cuanto a las descargas electroestáticas. Son usadas en estaciones de trabajo que operan artículos con circuitos y tablillas. Estaciones sin circuitos usan batas comunes, sin embargo, la tendencia es que todo el personal (incluyendo empleados de confianza) use las batas antiestáticas.
- **Pulseras antiestáticas:** sirven como protección para los materiales que se manipulan durante la labor. Esto es porque los circuitos son sensibles a las descargas que puede generar una persona, que tiene como consecuencias daños al producto. Por lo tanto, el funcionamiento de este equipo de protección personal es aterrizar a las personas evitando este tipo de descargas en producto.

## **6.6 Identificación de oportunidades de prevención**

### **6.6.1 Determinación de pérdidas clave y costos ambientales**

Durante el proceso de fabricación intervienen las materias primas y diferentes tipos de químicos como adhesivos que son usados para completar los productos terminados. Cierta cantidad de insumos son desperdiciados durante la labor, por ejemplo cuando se corta un cable quedan restos de aislamiento, o cuando una parte plástica es dañada en proceso por lo que tiene que ser desechada, ya que no puede volver a ser utilizada. Además, las operaciones que requieren de la aplicación de adhesivos, generan desperdicio de agujas y jeringas de manera diaria, ya que una vez que son manipuladas no pueden volver a formar parte del proceso en días subsecuentes debido a que se secan y se tapan, dificultando el paso de adherentes.

Para determinar las pérdidas clave en el proceso, una vez realizada la caracterización del sistema, se determinó la cantidad de material con mayor desperdicio así como sus costos semanales para cada área que comprende la fabricación del micrófono. En las tablas 6.12 y 6.13 se puede observar con mayor detalle las cantidades y costos.

Material*	Subensamblable	Ensamble	Prueba y empaque	Lotes de 25 unidades
Vapores de soldadura (LB)	0.080	0.250	0.000	0.33
Residuos sólidos (PCS)	2.000	2.000	1.000	5.00
Residuos químicos (GL)	0.050	0.500	0.000	0.55
Agujas y material de limpieza (PCS)	10.000	5.000	0.000	15.00
Agua de esponja de cautines (GL)	0.100	1.000	0.000	1.10

\* LB: libras. PCS: piezas. GL: Galón.

**Tabla 6.12** Desperdicios de material en lotes de 25 unidades.

Material	Subensamblable	Ensamble	Prueba y empaque	Costo lotes de 25 unidades	Porcentaje	Costo unitario
Vapores de soldadura (LB)	\$1.48	\$4.62	\$0.00	\$6.10	13.08%	\$18.48
Residuos sólidos (PCS)	\$9.00	\$9.00	\$4.50	\$22.50	48.23%	\$4.50
Residuos químicos (GL)	\$1.00	\$10.00	\$0.00	\$11.00	23.58%	\$20.00
Agujas y material de limpieza (PCS)	\$2.50	\$1.25	\$0.00	\$3.75	8.04%	\$0.25
Agua de esponja de cautines (GL)	\$0.30	\$3.00	\$0.00	\$3.30	7.07%	\$3.00
Total	\$14.28	\$27.87	\$4.50	\$46.65		
Porcentaje	30.61%	59.74%	9.65%		100.00%	

**Tabla 6.13** Costos de desperdicios de material en lotes de 25 unidades.

En la tabla 6.14 se puede observar la consideración para la importancia y los costos asociados de los desperdicios antes descritos. También cabe mencionar que en las estaciones que cuentan con equipo para soldar, tienen esponjas con agua que son utilizadas para limpiar la punta del caudín al momento de soldar. Dicha agua se contamina y tiene que ser dispuesta como un residuo peligroso. En la siguiente imagen (figura 6.29) se aprecia los principales residuos identificados en la línea y el costo ponderado asociado a ellos; los desperdicios que se llevan el 80% son los residuos sólidos, residuos químicos y vapores de soldadura.



**Consi eraciones para los criterios**

- 1: Importancia baja
- 2: Importancia moderada
- 3: Importancia alta

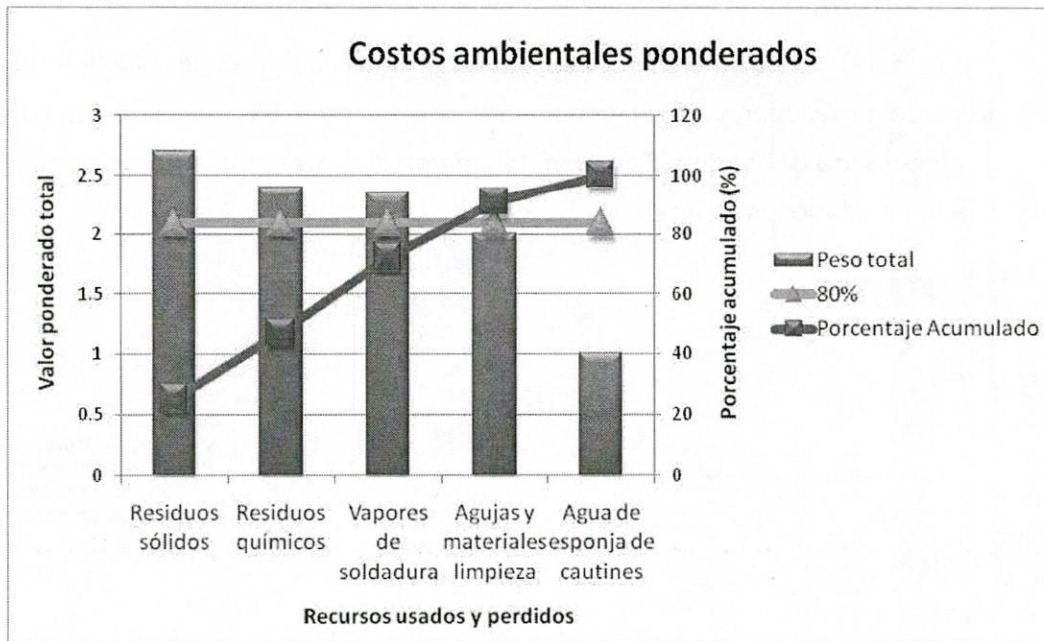
**Consideraciones para los costos**

- De \$1 a \$4 ▶ 1
- De \$5 a \$10 ▶ 2
- De \$11 a \$30 ▶ 3

Costo para lotes de 25 unidades

Descripción	Residuos de químicos			Residuos sólidos		Vapores de soldadura		Agua de esponja de cautines		Agujas y materiales limpieza	
	Peso	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado
Exposición de los empleados a sustancias peligrosas	35%	3	1.05	3	1.05	3	1.05	1	0.35	3	1.05
Exposición del público a sustancias peligrosas	30%	1	0.3	2	0.6	2	0.6	1	0.3	2	0.6
Costos	35%	3	1.05	3	1.05	2	0.7	1	0.35	1	0.35
<b>Valor ponderado total</b>	100%		<b>2.4</b>		<b>2.7</b>		<b>2.35</b>		<b>1</b>		<b>2</b>
<b>Porcentaje de Peso (%) Acumulado Total</b>			<b>22.22%</b>		<b>25.00%</b>		<b>25.00%</b>		<b>9.26%</b>		<b>18.52%</b>
			22.22		47.22		72.22		81.48		100

**Tabla 6.14** Costos ambientales ponderados



**Figura 6.29** Recursos utilizados y valor ponderado total.

### 6.6.2 Análisis de causa raíz (diagrama de causa y efecto)

En base a la figura 6.29, se definieron las causas raíz de los tres principales desperdicios que representan el 80% de las pérdidas. Adicionalmente, se consideraron otros factores como riesgos por descargas electroestáticas y riesgos ergonómicos.

#### Riesgos ambientales para sólidos:

Se puede apreciar en la figura 6.30 que durante el proceso de ensamble, se producen desechos sólidos cuando el cable del micrófono no es cortado a la medida necesaria, por lo que no puede ser utilizado en el producto final.

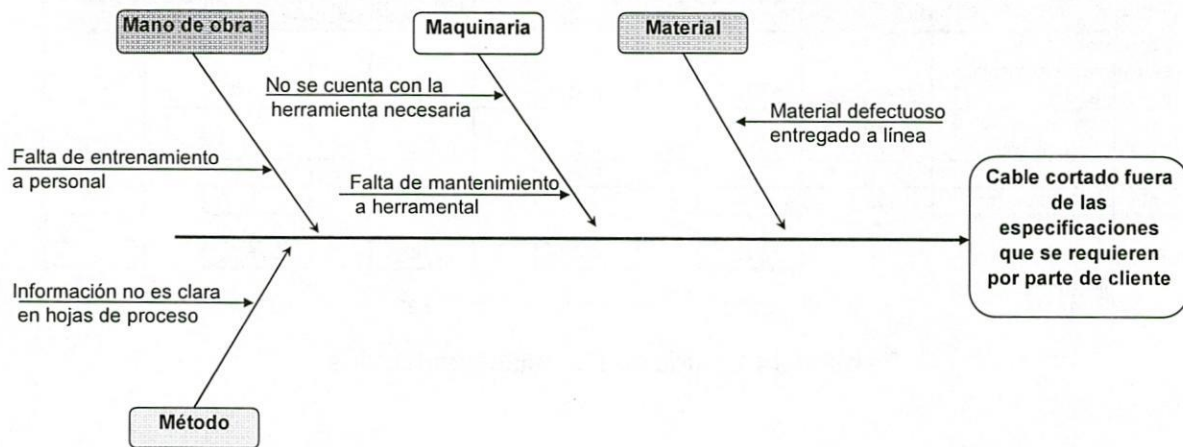


Figura 6.30 Cable cortado fuera de especificación

Además, (figura 6.31) las cajas que se usan para empacar los productos finales pueden venir dañadas de proveedor ya que tienen una pintura muy frágil que al doblarla se quiebra y se desprende del cartón. También, los materialistas al momento de separar las cajas si no tienen cuidado las rompen.

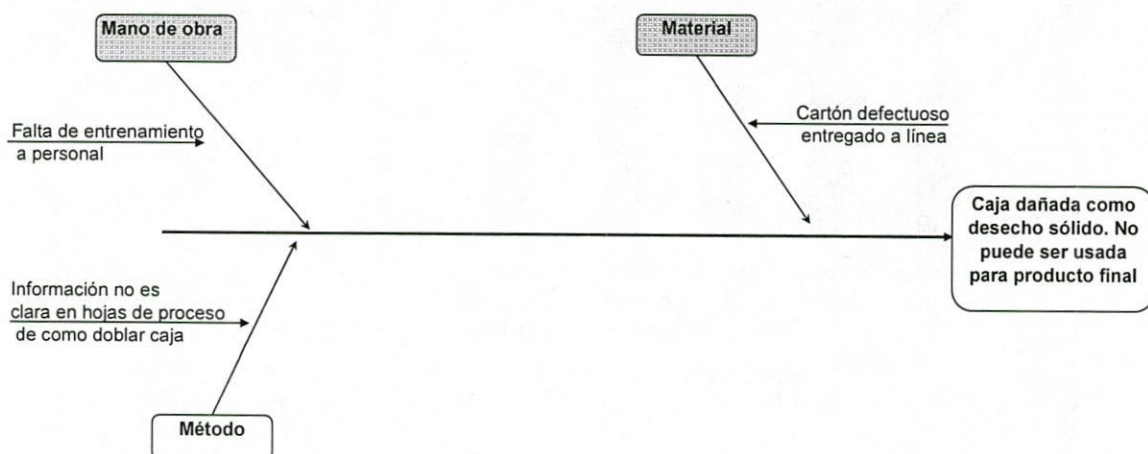
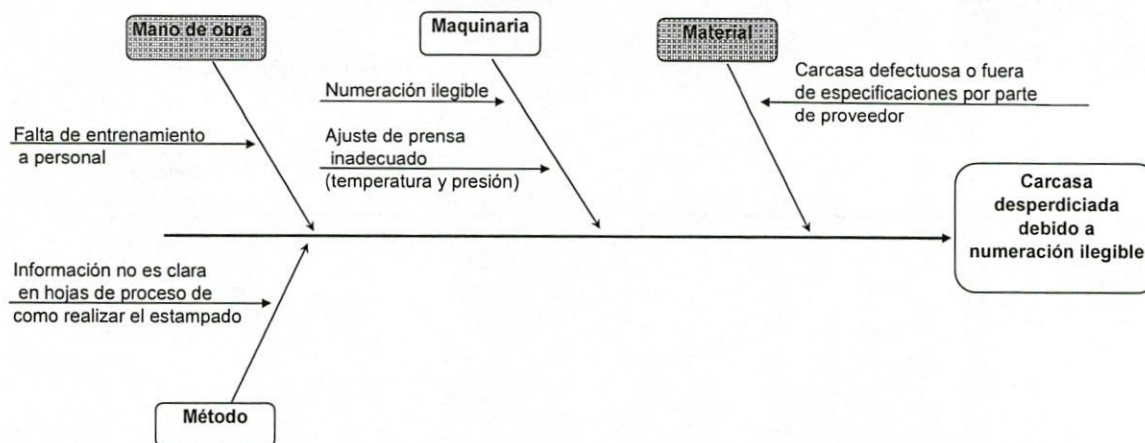


Figura 6.31 Caja de cartón dañada



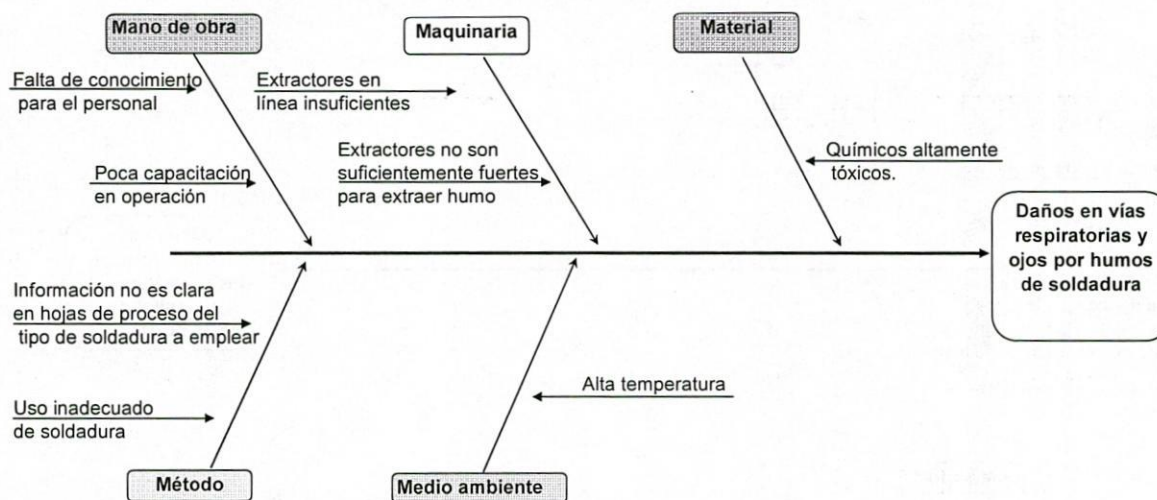
Otro tipo de residuo sólido común en la línea de producción se da durante la operación de estampado en carcasa. El estampado se hace con una prensa neumática la que cuenta con unos dados (que contienen la numeración a estampar) que se calientan cuando se enciende la máquina. Si los dados no se encuentran bien acomodados o la temperatura no se ajusta a la indicada, tiene como consecuencia que la impresión de la serie y código de fecha no sea legible, por lo que se desperdicia toda la carcasa (figura 6.32).



**Figura 6.32** Carcasa desperdiciada debido a daño durante procesamiento de estampado

Riesgos por humos de soldadura:

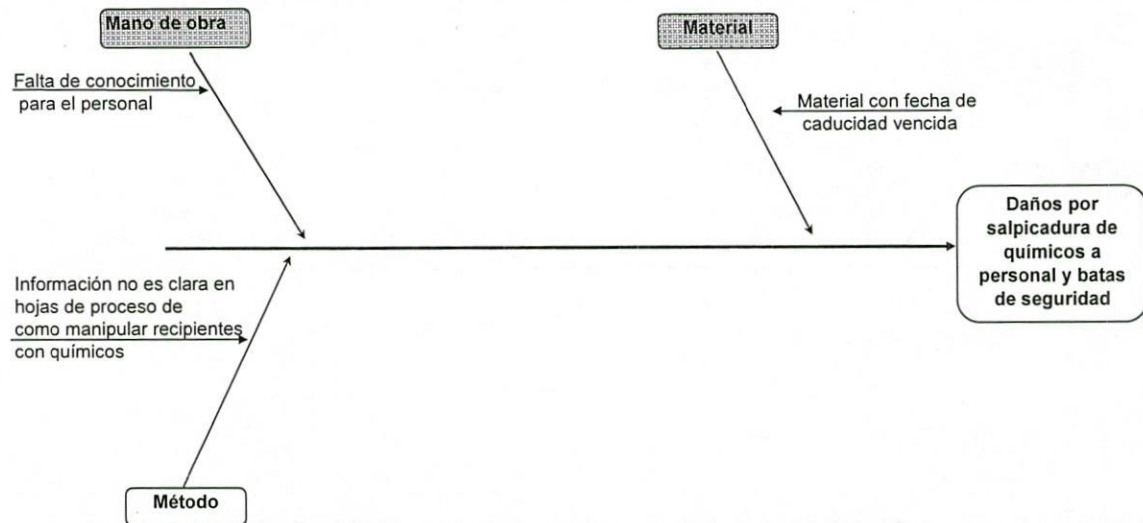
En relación a la figura 6.33, los riesgos por humos de soldadura son afectaciones que se derivan cuando el personal de la línea permanece mucho tiempo realizando operaciones que involucren el soldado de partes o estañado.



**Figura 6.33** Intoxicación y/o irritación en ojos y vías respiratorias

### Riesgos ocupacionales químicos:

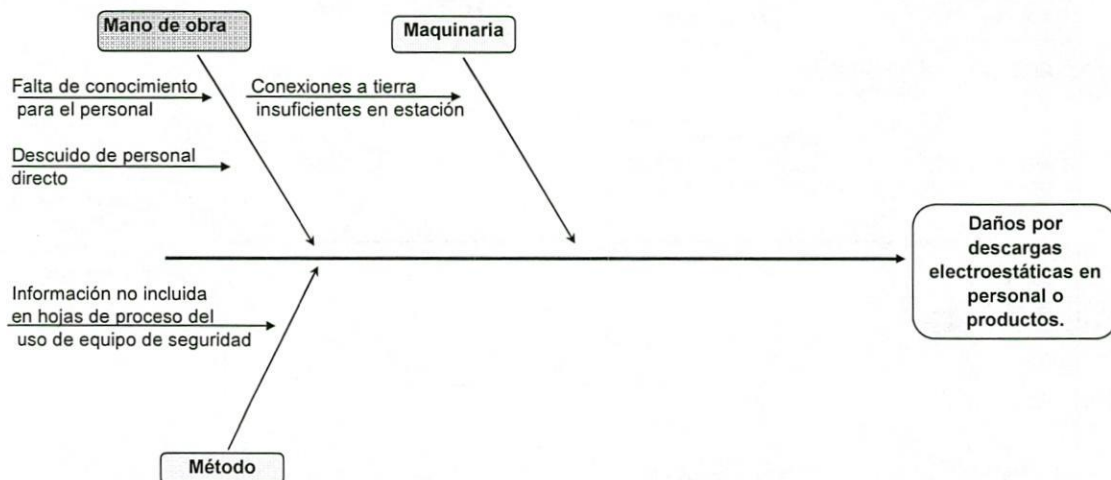
El uso de adhesivos y químicos como fundente, vinilo, alcohol, MEK (metil etil cetona) son comunes en el proceso de ensamblado de los productos. Dichos químicos ocasionan daños cuando salpican al personal ya sea en la piel (quemaduras), en la ropa (manchas) o residuos que quedan sobre el área de trabajo como se puede observar en la figura 6.34.



**Figura 6.34** Daños por salpicaduras de químicos

### Riesgos ocupacionales físicos por descarga electrostática:

En el siguiente diagrama (figura 6.35) se puede apreciar que este tipo de riesgos ocurren cuando no se hace uso debido del equipo de protección personal, por lo que el personal puede recibir descargas electrostáticas que tengan una afectación en su persona o en los productos.

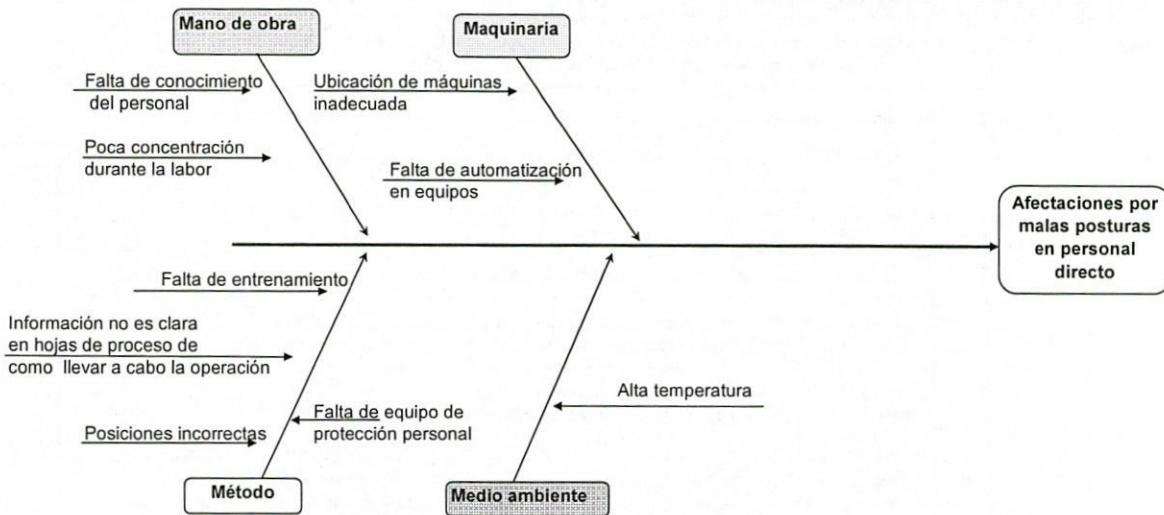


**Figura 6.35** Descargas electrostáticas en personal y/o productos



## Riesgos ocupacionales ergonómicos por malas posturas:

Las afectaciones ergonómicas se dan cuando se trabaja en posturas inadecuadas por tiempos largos durante la labor, ya sea por estar de pie más de lo necesario, movimientos que no son requeridos y posturas impropias. Por ejemplo, la mayoría de las operaciones que se hacen durante el empaque que es el acomodo de las piezas, doblar las cajas de cartón y las inspecciones finales de las piezas se hacen de pie (figura 6.36)



**Figura 6.36.** Afectaciones ergonómicas por posturas inadecuadas

### **Alternativas de solución**

Los riesgos más importantes que fueron mencionados tienen que ver con la salud ocupacional y con el equipo que se usa, ya que si se cuenta con el instrumental necesario se reduce de manera significativa los desperdicios.

En base a esto, algunas recomendaciones de mayor relevancia resultaron por parte del personal directo, el equipo sustentable y asociados de la empresa en una actividad de lluvia de ideas. Durante este ejercicio, se definieron posibles medios de solución para cada causa raíz de los problemas detectados. A cada posible solución se le asignó una referencia, ya que ésta se seguirá usando en las siguientes evaluaciones. Las alternativas de solución se resumen en la tabla 6.15.

Causa	Posible medio	Referencia
Cable cortado fuera de las especificaciones que se requiere por parte de cliente	Uso de pinza weidmuller para desferrar y desasilar cable. Para conductores flexibles	A1
	Fixture desferrador de cable con presión de línea directa 120 Psi.	A2
	Contratar auditor que este asignado el 100% de su tiempo a la línea de producción	A3
Caja dañada como desecho sólido. No puede ser usada para producto final	Cotizar con otros proveedores locales contrato para elaboración de caja.	A4
	Entrenar a almacenistas como desempacar las cajas en almacén de recibo para evitar dañarlas.	A5
	Elaboración de plan de calidad para dar a conocer a proveedor, donde se especifique los requerimientos en cuanto a calidad de la caja por parte de la planta.	A6
Carcasa desperdiciada debido a numeración ilegible	Compra de números para estampado de código de fecha y serie con medidas 5/64" x 7/8".	A7
Daños en vías respiratorias y ojos por humos de soldadura	Extractores de tubo con filtro de carbón y no individuales ya que estos abarcan una mayor área.	A8
	En caso de no procurar extractores de tubo, comprar extractores con alimentación de 230 volts de corriente alterna para una mayor potencia.	A9
	Puntas de caudín cinceladas para operaciones de soldadura de precisión	A10
	Usar mascarilla del tipo de cartucho químico para vapores orgánicos y gases de operaciones como soldadura cuando se realicen por periodos prolongados de tiempo.	A11
Daños por salpicadura de químicos a personal y batas de seguridad	Uso de solventes no tóxicos tales como solventes a base de cítricos, por sus características naturales, compatibilidad con el medio ambiente, mayor seguridad al trabajador y costos bajos para su disposición	A12
	Extractores adicionales de filtro de carbón, carcasa anti descargas eléctricas y soporte para ponerse sobre mesa, para usar en el área donde se esta soldando, y donde se deja reposar el caudín.	A13
	Entrenamiento al personal en cuanto a medidas ambientales, como separación de residuos, que hacer en caso de derrames, ahorra de energía, propiciar iniciativa de propuestas para reducir la contaminación.	A14
	Tener las hojas de seguridad de los químicos usados en el proceso en la documentación de la línea para que los asociados directos conozcan y puedan reaccionar de manera correcta en caso de ocurrir algún accidente.	A15
Daños por descargas electroestáticas en personal o productos	Contenedor de material antiestático para evitar que por descargas antiestáticas sufran daños los circuitos, minimizando los desechos	A16
	Implementar bitácora en línea con checador antiestática para tener registro que el personal se aterrice al entrar a línea.	A17
Afectaciones por malas posturas en personal directo	Colocar estantes elaborados de PTR 1½ con ángulos de 1 x 1/8", 17 niveles y ruedas giratorias para acomodar subensambles durante el tiempo de curado.	A18
	Buzón de quejas y sugerencias elaborado con acrílico transparente de la planta, para colocarse junto al pizarrón de la línea ya que de esta manera el personal de producción tiene un fácil acceso para dejar notas y comentarios.	A19
	Tapete antifatiga de acabado suave, de medidas 24 pulgadas x 30 pies colocado en estación de empaque debido al tiempo que se esta de pie.	A20

**Tabla 6.15** Alternativas de solución



## 6.7 Factibilidad técnica, ambiental y económica.

### Evaluación técnica

Durante la evaluación de carácter técnico las opciones antes descritas se revisaron en base a tabla 6.16. La forma en que se analizaron para determinar el impacto de cada una de ellas fue la siguiente: alto impacto positivo en el programa (3), no hubo impacto positivo (0), alto impacto negativo (-3). En la columna de total, entre mayor sea la suma que presente una alternativa, se considera con mayor beneficio al momento de llevar a cabo la implementación.

Núm de ref.	Herramientas	Personal requerido	Contrato con proveedor local	Contrato con proveedor externo	Espacio	Eficiencia	Productividad	Reducción retrabajo	Calidad	Seguridad y medio ambiente	TPM	Total
A1	Pinza	N/A	N/A	N/A	N/A	1	0	3	3	-1	0	6
A2	Fixture	N/A	N/A	N/A	Si	2	1	3	3	1	1	11
A3	N/A	Auditor para línea de producción	N/A	N/A	N/A	2	2	3	3	N/A	N/A	10
A4	N/A	N/A	Si	N/A	N/A	1	1	1	3	N/A	N/A	6
A5	N/A	Personal de calidad para entrenar	N/A	N/A	N/A	1	1	1	1	N/A	N/A	4
A6	N/A	Personal de calidad	Si	N/A	N/A	2	2	2	2	N/A	N/A	8
A7	Prensa	N/A	N/A	Si	Si	1	0	3	3	1	1	9
A8	Extractor. Desarmador	N/A	N/A	Si	Si	2	1	0	2	1	1	7
A9	Extractor. Desarmador	N/A	N/A	Si	Si	2	2	1	2	1	1	9
A10	Cautín de estación	N/A	Si	Si	N/A	0	1	0	1	1	N/A	3
A11	N/A	N/A	Si	N/A	N/A	1	3	0	2	2	N/A	8
A12	N/A	N/A	Si	Si	N/A	1	2	1	2	3	N/A	9
A13	N/A	Entrenador de seguridad e higiene	N/A	N/A	Si	1	1	1	2	3	N/A	8
A14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	1	1	2	N/A	5
A15	N/A	N/A	N/A	Si	Si	1	1	1	2	2	N/A	7
A16	Checador. Bitácora	N/A	N/A	Si	Si	1	1	0	3	3	1	9
A17	N/A	N/A	Si	N/A	Si	2	2	2	2	N/A	1	9
A18	Segueta. Tornillos	N/A	Si	N/A	Si	0	0	0	0	N/A	N/A	0
A19	N/A	N/A	N/A	Si	Si	1	3	0	1	3	N/A	8

TPM: Mantenimiento productivo total  
N/A: No aplica

**Tabla 6.16** Evaluación técnica de alternativas

### Evaluación ambiental y ocupacional

Para las alternativas y posibles soluciones mencionadas anteriormente se tomaron en cuenta factores ambientales y de seguridad ocupacional que han sido analizados dentro de este trabajo y que son comunes en los lugares de labor manufacturera. A continuación,

se presenta en la tabla 6.17 la evaluación ambiental y ocupacional. Los valores tienen la misma ponderación que en la evaluación técnica.

Núm de ref.	Residuos tóxicos	Residuos no tóxicos	Empleo de recursos no renovables	Nivel de iluminación	Nivel de ruido	Movimientos repetitivos	Totales
A1	-1	1	0	0	0	-3	-3
A2	-1	1	0	0	0	1	1
A3	0	0	0	0	0	1	1
A4	-1	2	-1	0	0	0	0
A5	0	-1	0	0	0	3	2
A6	0	0	0	0	0	0	0
A7	0	2	0	0	0	0	2
A8	-1	2	0	0	0	0	1
A9	-1	2	0	0	0	0	1
A10	0	1	0	0	0	0	1
A11	-2	1	0	0	0	0	-1
A12	-1	0	0	0	0	0	-1
A13	0	0	0	0	0	0	0
A14	0	0	0	0	0	0	0
A15	0	2	0	0	0	0	2
A16	0	1	0	0	0	0	1
A17	-1	0	0	1	1	1	2
A18	-1	0	0	0	0	0	-1
A19	0	2	0	0	0	0	2

**Tabla 6.17** Evaluación ambiental y ocupacional de alternativas y posibles soluciones.

### Evaluación económica

Para cada posible solución, se consideró la inversión necesaria para poder requerir recursos de proveedores externos o ya se con propios de la planta. En la tabla 6.18 se puede observar el costo para cada alternativa así como comentarios con respecto a la inversión necesaria (en caso de tener una).



Núm de ref.	Inversión necesaria (USD)	Proveedor	Comentarios
A1	\$122.68	Weidumuller/Global industrial	Herramienta para desforre de cable. Disminuye retrabajos y problemas de calidad
A2	No necesaria	N/A	Fixture para desforre de cable a medidas especificadas. Realizar por parte del personal de planta
A3	No necesaria	N/A	Se comentó con personal de calidad y se decidió que uno de los auditores actuales podía llevar a cabo tal actividad
A4	\$118.00	Universal press	Buscar proveedor local adicional para suministro de caja, reduciendo los retrabajos y planes de calidad
A5	No necesaria	N/A	Se decidió que supervisor de producción del área podría socializar la forma correcta para tratar con las cajas
A6	\$400.00	Man power	Contratación de practicante para llevar a cabo plan de calidad y liderar proyecto. (planos, medidas, especificaciones y muestras).
A7	\$256.50	Mecco safety utility marking outfits	Números de estampado 5/64" sharp face utility type, blank 3/8" x 5/64" x 7/8" largo.
A8	\$745.00	Weller	Abarcan una mayor área para extracción de humos de soldadura, aunque ocupan más espacio y son más caros.
A9	\$552.00	Weller	Extractor con filtro de carbón para absorción de humos de soldadura. Soporte para mesa de trabajo
A10	\$319.00	Jensen	Puntas de cautín cinceladas. Mejora en productividad y reducción de retrabajos.
A11	\$143.03	3M	Garantiza la seguridad de operador expuesto a sustancias tóxicas
A12	\$50.00	ADL	Previene afectaciones por exposición a los empleados de la línea
A13	No necesaria	N/A	Se decidió que el personal del departamento de seguridad e higiene (HSE) puede desarrollar el entrenamiento entre los empleados.
A14	No necesaria	N/A	Se decidió que el personal del departamento de seguridad e higiene (HSE) puede proporcionar la información necesaria de hojas de seguridad
A15	\$219.00	Global industrial	Contenedores apilables para material antiestático. Con este tipo de contenedores se espera reducir los retrabajos y fallas en proceso por descargas en circuitos.
A16	No necesaria	N/A	Personal de mantenimiento cuenta con el equipo necesario. Bitácora es para tener evidencia que el personal que entró a línea fue debidamente aterrizado.
A17	\$853.58	Covarrubio estructuras y herrería fina	Rack para acomodar subensambles en proceso durante tiempo de secado. Elimina necesidad de preparar subensambles el mismo día.
A18	No necesaria	N/A	Buzón a ser realizado por personal de mantenimiento. Garantiza que las sugerencias de operadores lleguen a superiores.
A19	\$138.25	McMaster	Reduce la fatiga de operador por estar de pie.

**Tabla 6.18** Evaluación económica de alternativas

## 6.8 Aplicación de opciones

### Selección e implementación de opciones

Finalmente, en base a las tres valoraciones previamente descritas, se formuló una tabla maestra que contiene el resumen de cada evaluación para cada referencia. La forma de seleccionar fue la siguiente: Para cada causa raíz, se escogieron las alternativas más factibles en cuanto a sus evaluaciones, ya sea por sus mejoras técnicas, baja inversión y factores ambientales. A su vez, para priorizar las alternativas, se eligió a aquellas que reunían un mayor puntaje como las principales causas a atacar, mientras se decidió dejar para después las de menor puntaje. En la tabla 6.19 se muestra el resumen.

Núm de ref.	Solución	Evaluación			Total	Prioridad
		Técnica	Ambiental	Económica (USD)		
A2	Fixture desforrador de cable con presión de línea directa 120 Psi.	11	1	No necesaria	12	1
A7	Compra de números para estampado de código de fecha y serie con medidas 5/64" x 7/8".	9	2	\$256.50	11	2
A17	Colocar estantes elaborados de PTR 1½ con ángulos de 1 x 1/8", 17 niveles y ruedas giratorias para acomodar subensambles durante el tiempo de curado.	9	2	\$853.58	11	3
A9	En caso de no procurar extractores de tubo, comprar extractores con alimentación de 230 volts de corriente alterna para una mayor potencia.	9	1	\$552.00	10	4
A16	Implementar bitácora en línea con checador antiestático para tener registro que el personal se aterrice al entrar a línea.	9	1	No necesaria	10	5
A19	Tapete antifatiga de acabado suave, de medidas 24 pulgadas x 30 pies colocado en estación de empaque debido al tiempo que se esta de pie.	8	2	\$138.25	10	6
A15	Contenedor de material antiestático para evitar que por descargas antiestáticas sufran daños los circuitos, minimizando los desechos	7	2	\$219.00	9	7
A13	Entrenamiento al personal en cuanto a medidas ambientales, como separación de residuos, que hacer en caso de derrames, ahorro de energía, propiciar iniciativa de propuestas para reducir la contaminación.	8	0	No necesaria	8	8
A5	Entrenar a almacenistas como desempacar las cajas en almacén de recibo para evitar dañarlas.	4	2	No necesaria	6	9
A10	Puntas de cautín cinceladas para operaciones de soldadura de precisión	3	1	\$319.00	4	10

**Tabla 6.19** Selección de alternativas y priorización

### Seguimiento de actividades

Una vez priorizadas las alternativas para dar solución a los problemas encontrados en la evaluación de este programa, se realizó un plan de implementación donde se involucró al personal del equipo y se definieron las actividades a ser llevadas a cabo por cada miembro. La implementación de opciones es un paso crítico dentro del programa ya que es cuando la persona involucrada muestra el compromiso por medio de acciones planeadas con sus fechas de terminación. Cada miembro es responsable de que las acciones indicadas en el plan sean completadas.



En el siguiente recopilado se puede observar el plan, tiempo y responsables de ejecutar las acciones (tabla 6.20) una vez que se apruebe la alternativa correspondiente por la gerencia.

Núm de ref.	Solución	Actividades	Responsable	Tiempo límite
A2	Fixture desferrador de cable con presión de línea directa 120 Psi.	1) Comprar y procurar refacciones necesarias (navajas, manguera de uso rudo para toma de aire, conectores, etc.)	T.P	1 semana
		2) Definir medidas a las que cables deben de ser cortados según planos y requerimientos de cliente	D.P	3 días
		3) Documentar en folder de calidad parámetros de cable para las inspecciones de auditores	M.G	1 día
A7	Compra de números para estampado de código de fecha y serie con medidas 5/64" x 7/8".	1) Contactar proveedor y requerir números de acuerdo a especificaciones.	D.P	1 semana
		2) Dar a proveedor de alta en sistema de planta para proceder con compra	L.C	2 meses
		3) Hacer entrega de números a empleados de la línea	E.T	1 semana
A17	Colocar estantes elaborados de PTR 1½ con ángulos de 1 x 1/8", 17 niveles y ruedas giratorias para acomodar subensamblables durante el tiempo de curado.	1) Contactar a proveedor local para visita en planta y levantamiento de datos	D.P	3 días
		2) Dar seguimiento a petición de compra en sistema	L.C	1 semana
		3) Instalar/ajustar estantes en línea de producción	T.P	2 días
A9	En caso de no procurar extractores de tubo, comprar extractores con alimentación de 230 volts de corriente alterna para una mayor potencia.	1) Requerir de proveedores externos extractores especificados en su catálogo	L.C, D.P	1 semana
		2) Instalar extractores en línea, para cada estación.	T.P	3 días
A16	Implementar bitácora en línea con checadore antiestático para tener registro que el personal se aterrice al entrar a línea.	1) Dar a conocer procedimiento para uso de checadore antiestático y pasos para registrarse en bitácora	D.P, E.T	2 semanas
A19	Tapete antifatiga de acabado suave, de medidas 24 pulgadas x 30 pies colocado en estación de empaque debido al tiempo que se esta de pie.	1) Definir medidas y tipo de tapete a usar. Definir en plano de línea lugar donde va a ser ubicado	D.P	2 semanas
		2) Dar seguimiento a petición de compra en sistema para tapete	L.C	1 semana
		3) Adecuar tapete en la línea según lo requerido.	T.P	2 días
A15	Contenedor de material antiestático para evitar que por descargas antiestáticas sufran daños los circuitos, minimizando los desechos	1) Contactar proveedor y demandar contenedores antiestáticos. De igual manera dar seguimiento a compra	L.C	1 semana
		2) Explicar a personal de línea la importancia de uso de contenedores antiestáticos para materiales sensibles a electricidad. Acomodar los contenedores en estaciones con circuitos.	D.P, M.G	2 días
A13	Entrenamiento al personal en cuanto a medidas ambientales, como separación de residuos, que hacer en caso de derrames, ahorro de energía, propiciar iniciativa de propuestas para reducir la contaminación.	1) Socializar con empleados de línea métodos para separación de residuos, que hacer en caso de derrames, y proponer ideas para reducción de contaminantes	Equipo sustentable	3 semanas
A5	Entrenar a almacenistas como desempacar las cajas en almacén de recibo para evitar dañarlas.	1) Realizar junta con personal de almacén y materiales acerca de la forma correcta de separar cajas y como doblarlas para evitar retrabajos en línea por mal manejo de las mismas.	M.G	1 semana
A10	Puntas de cautín cinceladas para operaciones de soldadura de precisión	1) Contactar proveedor y demandar puntas de cautín según el requerimiento. De igual manera dar seguimiento a compra	L.C, D.P	1 semana
		2) Entregar puntas a personal de producción para su uso con cautines	E.T, T.P	1 día

**Tabla 6.20** Plan de actividades a realizar por equipo

## VII. DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados encontrados en la maquiladora en cuestión, se puede comprobar que las primeras operaciones de ensamble para el micrófono de aviación no generan riesgos y residuos químicos considerables ya que en las cantidades que se dan son permitidas por las autoridades por no generar un impacto grave en el ambiente o hacia los individuos. Sin embargo, acorde a las investigaciones, la exposición a químicos durante la estación de ensamble final representa un riesgo, ya que en las operaciones de tal estación diversas sustancias son manipuladas, las cuales fueron encontradas como peligrosas de acuerdo la información en sus hojas de seguridad. Por otro lado, los riesgos por ruido o iluminación no se encuentran presentes en toda la línea de producción según los resultados arrojados en el estudio. Los riesgos ocupacionales que fueron detectados en la estación de empaque se consideran de los principales, debido a las posturas de los operadores. En cuanto a los riesgos psicosociales, se corroboró mediante el sondeo a los asociados que no se perciben para esa línea de manufactura.

En la ensambladora de electrónicos el mayor riesgo ocupacional detectado fue al momento de empaquetar los productos, por el hecho de hacer muchos movimientos y estar de pie todo el tiempo de duración de los empaques. Para prevenir este riesgo ergonómico y evitarlo, es importante implementar cambios de ingeniería y administrativos que le permitan al personal disponer de herramientas como guantes, tapetes antifatiga, cinteros, etc. para reducir los riesgos ocupacionales en la medida de lo posible.

Se tenía la percepción de que los humos de soldadura eran dañinos para el personal debido a las exposiciones de tales tóxicos, pero los resultados arrojados en el análisis de laboratorio indican que no hay daños a los trabajadores en producción que son los que están en contacto directo con tales vapores; no obstante, se sabe de las afecciones a corto y largo plazo por las sustancias que contiene la soldadura y sus humos, por lo que se definieron en el programa posible medios de solución para ser implementados en la línea de producción



## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información generada por los instrumentos de investigación se encontró que los mayores riesgos detectados en el proceso de manufactura del micrófono 602T son los químicos por la exposición a diversas sustancias durante el proceso de ensamble y los ocupacionales, por las posturas adoptadas por el personal durante la labor en operaciones de empaque, según los resultados del análisis por método OWAS y checklist interno de la planta. Es importante dar seguimiento a estos factores, sustituir sustancias químicas y modificar el acomodo de la línea si es necesario con el fin de crear un mejor ambiente de trabajo.

Fue a través del programa de prevención a la contaminación y riesgos ocupacionales que se detectaron áreas de oportunidad en la línea de producción en cuanto a la implementación de nuevas tecnologías, para reducir desperdicios por daños en el proceso por el uso de maquinaria obsoleta y herramental inadecuado, con lo que también se busca incrementar productividad y minimizar los riesgos ocupacionales al disminuir los movimientos repetitivos de empleados. Por otro lado, el sustituir químicos existentes por otros como los mencionados dentro de este trabajo es significativo por el hecho de ser menos dañinos hacia el medioambiente y hacia las personas.

Tener un programa de prevención a la contaminación y riesgos ocupacionales como el actual, interesa no sólo para la ensambladora de electrónicos que sirvió para este estudio, si no para distintas ensambladoras de electrónicos y artículos de telecomunicación, gracias a la similitud de procesos y condiciones de trabajo.

Implementar conocimientos sustentables es un elemento clave en las actividades económicas de la empresa, por lo que es recomendable prestar más atención al desarrollo de la ensambladora de electrónicos, debido a la evidencia de que los procesos son sustentables.

Es imperativo encaminar el sector manufacturero hacia prácticas de producción sustentables con el fin de reducir riesgos en el ambiente y a la salud de los trabajadores. Esto se puede lograr a través de la implementación de programas de prevención a la contaminación.

## IX. RECOMENDACIONES

El programa de prevención de la contaminación y riesgos ocupacionales puede ser actualizado y revisado periódicamente por el equipo sustentable con el fin de mejorar su efectividad. Una manera de hacer esto es cuantitativamente, donde el equipo se da a la tarea de observar la reducción en los desperdicios generados en la línea, por ejemplo, comparando los últimos meses con meses anteriores o inclusive años para apreciar el cambio real. Otra estrategia es el de dar a conocer las hojas de seguridad de los químicos usados durante las operaciones para que las personas sepan que hacer en caso de una emergencia además de tener conocimiento hasta que grado dichos tóxicos pueden ser dañinos. También, es importante identificar cuándo se evalúan los elementos del programa que estrategias han sido exitosas, cuáles no y porqué. Por ejemplo, el tapete antifatiga para el área de empaque que resultó como acción en riesgos ocupacionales, ¿fue buena acción implementar tal alfombrilla? ¿Qué opina la gente al respecto?

Esta información es de suma importancia ya que basados en ella, se puede modificar el programa y los objetivos para adquirir un nuevo enfoque.

De acuerdo al análisis literario, algunas prácticas para reducir el impacto ambiental de la basura electrónica incluyen el uso de materiales reciclables o renovables en materias primas, así como la reducción de basura en los empaques, sin embargo, a diferencia de la literatura, durante el análisis se encontró que hay gran desperdicio en labores de empaque debido a exceso de plásticos y restos de cartón.

Además, en base al estudio se corroboró con la literatura que la mecánica y biomecánica juegan un papel fundamental a la hora de diseñar estaciones de trabajo debido a la anatomía de las personas, para poder adaptar con seguridad el lugar de labor de las personas.

Una vez que el programa dé inicio, no existe una etapa final o de terminación. Una vez que se acabe el proyecto en la línea de producción consultada para este estudio, siempre habrá otras líneas o nuevos proyectos donde podrá ser usado el programa. El compromiso de los asociados es vital para dar seguimiento.



## X. REFERENCIAS

- Asfahl, C. (1999). Seguridad industrial y salud- Arkansas, Estados Unidos. Cuarta edición. Pearson Prentice Hall.
- Azapagic, A., Perdan, S. (2000). "Indicators of sustainable development for industry: a general framework". In *Journal of cleaner production*. Volume 78, issue 4, pp 243-261. July 2000.
- Bass, L. (1998). "Cleaner production and industrial ecosystems, a Dutch experience". In *Journal of cleaner production*. Volume 6, issues 3-4, pp 189-197. September 1998.
- Bruijn, T., Hofman, P. (2000). "Pollution prevention and industrial transformation evoking structural changes within companies". In *Journal of cleaner production*. Volume 8, issue 3, pp 215-223. June 2000.
- Canadian Institute for Environmental Law and Policy. (2005). "Ontario's waste management challenge". (En línea). Disponible en: <http://www.cielap.org/pdf/IncinerationOption.pdf> [Consultado el: 3 de diciembre 2010]
- Cerávolo, R., Müller, F., Castro, M. (2009). "The impact of six sigma in the performance of a pollution prevention program" In *Journal of cleaner production*. Volume 17, issue 15, pp 1303-1310. October 2009.
- Chakrabarti, S., Mitra N. (2005). "Economic and environmental impacts of pollution control regulation on small industries: a case study". In *Journal of cleaner production*. Volume 54, issue 1, pp 53-56. July 2005.
- Chee, H., Rampal, K., and Chandrasakaran, A. (2004). "Ergonomic risk factors of work processes in the semiconductor industry in peninsular Malaysia". In *Industrial Health*. Volume 42, pp 373-381. March 2004.
- Cheremisinoff, N., Bendavid-Val, A. (2001). "Specific pollution prevention practices". In *Green profits*, pp 213-258. July 2001
- Coakley, L. (2003). "The envirocare CD-ROM cleaner production training for vocational students". In *Journal of cleaner production*. Volume 11, issue 5, pp 511-517. August 2003.
- EPA & SEMARNAP. (1996). "Pollution prevention in the electronics industry" [En línea]. Disponible en: <http://www.epa.gov/Region06/6en/xp/electron.pdf>. [Consultado el: 11 de diciembre 2010]

- EPA (2005). "Residuos". (En línea). Disponible en:  
[arpe.lcl.com.uy/ppt/MIERCOLES%2022/3.../PPT%20Ricardo%20Ferro.pdf](http://arpe.lcl.com.uy/ppt/MIERCOLES%2022/3.../PPT%20Ricardo%20Ferro.pdf)  
 [Consultado el: 3 de diciembre 2010]
- EPA (2007). "Basura electrónica en el 2007: Desechado o reciclado". Electronics takeback. (En línea). Disponible en: [http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts\\_and\\_Figures](http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts_and_Figures) [Consultado el: 5 de enero 2011]
- Freeman, H. (1998). *Manual de prevención de la contaminación industrial*. Estados Unidos. Editorial McGraw-Hill.
- Fresner, J. (1998). "Cleaner production as a means for effective environmental management". In *Journal of cleaner production*. Volume 6, issues 3-4, pp 171-179. September 1998.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México. Segunda edición. McGraw-Hill.
- Greenwood, M. (1929). "The study of industrial hygiene". In *Journal of cleaner production*. Volume 213, issue 5500, pp 203-206. January 1929
- Hauptmanns, U., Marx, M., and Knetsch, T. (2005). "GAP: a fault tree based methodology for analyzing occupational hazards". In *Journal of cleaner production*. Volume 18, issue 2, pp 107-113. March 2005.
- Hendrick, W. (2008). "Applying ergonomics to systems: Some documented lessons learned". In *journal of cleaner*. Volume 39, issue 4, pp 418-426. July 2008.
- Herrick, R., Dement, J., Baker, E. and Matte, T. (2005). "Principles of industrial hygiene". In *Journal of cleaner production*. Textbook of clinical occupational and environmental medicine (second edition), 2005, pp 45-82.
- Hossain, K., Khan, F., Hawboldt, K. (2008). "Sustainable development of process facilities: State-of-the-art review of pollution prevention frameworks". In *Journal of cleaner production*. Volume 150, issue 1, pp 4-20. January 2008.
- Johnson, T. (2006). "Residuos informáticos". (En línea). Disponible en:  
[http://es.encydia.com/ca/Residuos\\_inform%C3%A1ticos](http://es.encydia.com/ca/Residuos_inform%C3%A1ticos) [Consultado el: 3 de enero 2011]
- Konz, S., Steven, J. (2000). *Work design: industrial ergonomics*. Scottsdale, Arizona. Holcomb Hataway publishers.
- Lacey, J. and Dutkiewicz, J. (1994). "Biaerosols and occupational lung disease". In *Journal of cleaner production*. Volume 25, issue 8, pp 1371-1404. December 1994.



- Lagrega, M., Buckingham, P. y Evans, J. (1996). *Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos*. Interamericana de España. Volumen 1. McGraw-Hill.
- Lee, J., Song, H, and Yoo, J., (2007). "Present status of the recycling of waste and electronic equipment in Korea". In *Journal of cleaner production*. Volume 50, issue 4, pp 380-397. June 2007.
- Luna, P. (1996). "Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral" (En línea). Disponible en: [http://www.mtin.es/lnsht/ntp/ntp\\_406.htm](http://www.mtin.es/lnsht/ntp/ntp_406.htm) [Consultado el: 3 de diciembre 2010]
- Malo, J., and Chan-Yeung, M. (2009). "Agents causing occupational asthma". In *Journal of cleaner production*. Volume 123, issue 3, pp 545-5503. March 2009.
- Mondelo, P., Gregori, E., Blasco, J., Barrau, P. (1998). *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. Catalunya, España. Alfaomega grupo editor México.
- Nagel, M. (2003). "Managing the environmental performance of production facilities in the electronics industry: more than application of the concept of cleaner production". In *Journal of cleaner production*. Volume 11, issue 1, pp 11-26. February 2003
- Ochiai, I. (1996). "Environmental protection in the electronic and electrical industries" in *Journal of cleaner production*. Volume 59, issue 3, pp 233-238. May 1996.
- Partidário, P., Vergragt, Ph. (2000). Shaping sustainable development technology in the coating chain defining boundaries, environmental problems and main players. in *Journal of cleaner production*. Volume 8, issue 3, pp 201-214. June 2000.
- Plog, B. (2002). "Fundamentals of industrial hygiene" (En línea). Disponible en: <http://www.mist-dust-collection.com/fume-extraction/NSC-Industrial-Hygiene.pdf> [Consultado el: 17 de Diciembre 2010]
- Regens, J., Seldon, B., and Euel, E. (1997). "Modeling compliance to environmental regulation: evidence from manufacturing industries". In *Journal of cleaner production*. Volume 19, Issue 6, pp 683-696. December 1997.
- Robinson, B. (2009). "E-waste: An assessment of global production and environmental impacts". In *Journal of cleaner production*. Volume 408, issue 2, pp 183-191. December 2009.
- Rodellar, L. (1999). *Seguridad e higiene en el trabajo*. Barcelona, España. Editorial Alfaomega.
- Santana, I. (2010). "Problemática ambiental, crecimiento económico y avance tecnológico. Origen, debate actual y consecuencias." (En línea). Disponible en:

- <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/problematika-ambiental-avance-tecnologico-consecuencias.htm>. [Consultado el: 5 de enero 2011 ]
- Schatan, C., Castilleja, L. (2004). "La industrial maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente". CEPAL. (En línea). Disponible en: <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/9/14649/P14649.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt> [Consultado el: 5 de enero 2011 ]
- Shi, H., Peng, S., Liu, Y., Zhong, P. (2008). "Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholder's perspective". In *Journal of cleaner production*. Volume 16, issue 7, pp 842-852. May 2008.
- Slappendel, C. (1994). "Ergonomics capability in product design and development: an organizational analysis". In *Journal of cleaner production*. Volume 25, issue 5, pp 266-274. October 1994.
- Soares, M. (2006). "Ergonomics in Latin America: Background, trends and challenges. In *Applied ergonomics*. Volume 37, issue 4, pp 555-561. July 2006.
- Visvanathan, S., Kumar, S. (1999). "Issues for better implementation of cleaner production in Asian small and medium industries". In *Journal of cleaner production*. Volume 7, issue 2, pp 127-134. March 1999.
- Weller, (2005). "Health hazards from inhaling and exposure to soldering fumes" en *Techni-tool*. [En línea]. Estados Unidos, disponible en: [http://www.techni-tool.com/NEWS/2009-07-NEWS/Weller-HealthHazardsFromInhaling\\_ExposureSolderingFumes.pdf](http://www.techni-tool.com/NEWS/2009-07-NEWS/Weller-HealthHazardsFromInhaling_ExposureSolderingFumes.pdf) [Consultado el: 12 de enero 2011]
- Zandin, K. (2005). *Manual del ingeniero industrial*. México. Tomo 1. McGraw-Hill interamericana.



## ANEXOS

### A1. Carta compromiso con objetivos



Universidad de Sonora  
Especialidad en desarrollo  
sustentable



Periférico Poniente No. 310-C  
Col. Las Quintas  
Hermosillo, Sonora a 19 de Mayo del 2011

A Quien Corresponda  
Presente.-

A través del reporte de riesgos ambientales y ocupacionales encontrados por el Ing. DAVID ALEJANDRO PALACIOS GOMEZ, estudiante de la Especialidad en Desarrollo Sustentable de la Universidad de Sonora, quedamos de acuerdo que los riesgos que presentan una mayor oportunidad de mejora son los siguientes:

- 1) Separación de residuos
- 2) Análisis ergonómicos
- 3) Uso y manejo de sustancias químicas

Una vez establecidos los riesgos de mayor importancia, quedamos conforme con los objetivos y metas que se describen a continuación:

1) **Objetivo:** Separar apropiadamente los residuos de la línea.

**Metas:**

- 1) Identificar qué residuos pertenecen a qué tipo, por ejemplo basura electrónica, y mediante caracterización del proceso establecer en qué parte son generados.
- 2) Plantear técnica para separación de residuos.
- 3) Separación en un 100% de la basura general y la basura electrónica.

2) **Objetivo:** Aplicar herramientas ergonómicas a la línea de producción

**Metas:**

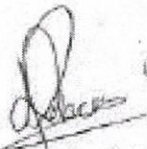
- 1) Identificar mediante herramientas ergonómicas los riesgos ocupacionales.
- 2) Adiestrar a personal en respecto a la seguridad e higiene industrial.
- 3) Eliminar al menos 5% de movimientos y posturas innecesarias.


3) **Objetivo:** Hacer un uso adecuado y manejo de las sustancias químicas.

**Metas:**

- 1) Dar a conocer los riesgos de las sustancias químicas que emplea el personal en su labor, de acuerdo a hojas de seguridad.
- 2) Almacenamiento y manejo de sustancias de acuerdo a normas mexicanas y hojas de seguridad.
- 3) Eliminar y/o Reducir residuos de productos en un 05% mediante mejoras en proceso.


Atentamente,

  
Ing. David Alejandro Palacios Gómez  
Ingeniero de Procesos

  
Ing. Christian Moreno López  
Gerente de Ingeniería



## A2. Resultados de sustancias volátiles por laboratorio Kino

		
<b>EMPRESA:</b> SAGUARO ELECTRONICA, S.A. DE C.V. <b>DOMICILIO:</b> PERIFERICO PONIENTE No. 310-C, PARQUE OCOTILLO, COL. LAS QUINTAS <b>CIUDAD:</b> HERMOSILLO, SONORA <b>FECHA:</b> 02 DE AGOSTO DE 2010 <b>TIPO DE MUESTRA:</b> AMBIENTE LABORAL		
<b>CLAVE LAB:</b> MSQ-3832-10 <b>PAGINA:</b> 2 DE 3		
<b>IV.- DATOS GENERALES DEL MUESTREO</b>		
CONTAMINANTE MUESTREADO:	Estaño y VOC's	
TIPO DE MUESTREO:	Ambiental	
AREA DE MUESTREO:	TSO 4	
MUESTREADO POR:	Miguel Meza	
FECHA DEL MUESTREO:	Julio 21 de 2010	
TEMPERATURA (°C):	21.1	
ALTITUD DEL LUGAR (m/mn):	282	
HORA DE INICIO:	10:46	
HORA DE TERMINO:	11:16	
PERIODO DE TIEMPO ( min ):	20	
FLUJO DE MUESTREO PARA VOC's ( ml/min ):	1500	
VOLUMEN TOTAL ( Litros ):	30	
PERIODO DE TIEMPO ( min ):	30	
FLUJO DE MUESTREO PARA METALES ( ml/min ):	4000	
VOLUMEN TOTAL ( Litros ):	120	
EQUIPO UTILIZADO EN EL MUESTREO:	Bomba de muestreo AIRCHEK Modelo SKC No. serie 511575	
MEDIO DE CAPTURA	Filtro de Esther Celulosa/ Carbon Activado	
<b>DATOS DE CALIBRACION</b>		
LUGAR DE CALIBRACION:	TSO 4	
EFECTUADO POR:	Miguel Meza	
FECHA:	Julio 21 de 2010	
INSTRUMENTO ANALITICO:	Absorcion Atomica/Cromatografo de Gases	
<b>VI.- RESULTADOS</b>		
PARAMETROS	RESULTADOS (mg/m <sup>3</sup> )	* MAXIMO PERMISIBLE (mg/m <sup>3</sup> )
Estaño VOC's	N.D. N.D.	2 ****
(mg/m <sup>3</sup> )= miligramos por metro cubico      N.D. = No detectado      N.E = No Especificado		
* EXPOSICION DEL TRABAJADOR (LMPE-PPT) 8 horas		
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del Kino Laboratorios		
HERODOTO No.74 COL. LOMAS DEL SOL TEL. 250-18-55 HERMOSILLO, SONORA		



**A3. Resultados de iluminación por laboratorio Kino**

AREA	PROCESOS	LOCALIZACION EN EL PLANO	NUMERO DE PUNTO	Evaluación		Resultados		PERMISIBLE		No. DE LAMPARAS	OBSERVACIONES
				E1	E2	NI Lux	Suave KI %	PT KI %	PT KI %		
PRODUCCION	CURCULO	A1	21	182	51	182	16.18	28.02	50%	300	DISTRICION MODERADA
			22	261	37	261	11.64		50%	750	
			23	260	32	260	9.02		50%	750	
			24	250	24	250	5.47		50%	750	
			PT1	256	14	256	20.28		50%	750	
			PT2	212	40	212	5.15		50%	750	
			PT3	207	46	207	22.22		50%	750	
			PT4	1295	114	1295	9.01		50%	750	
			PT5	190	32	190	15.84		50%	750	
			PT6	263	38	263	14.45		50%	750	
			21	227	22	227	9.66		50%	750	
			22	195	20	195	10.26		50%	750	
			23	246	38	246	11.43		50%	750	
			24	352	22	352	8.25		50%	750	
			PT1	1606	114	1606	7.10		50%	750	
			PT2	203	55	203	27.09		50%	750	
PT3	921	846	921	15.05		50%	750				
PT4	870	150	870	17.24		50%	750				
PT5	984	145	984	15.04		50%	750				
PT6	2410	460	2410	18.67		50%	750				
PT7	390	110	390	28.21		50%	750				
PT8	1865	128	1865	6.45		50%	750				
PRODUCCION	TS04	AK								7	DISTRICION FINA DE DETALLES

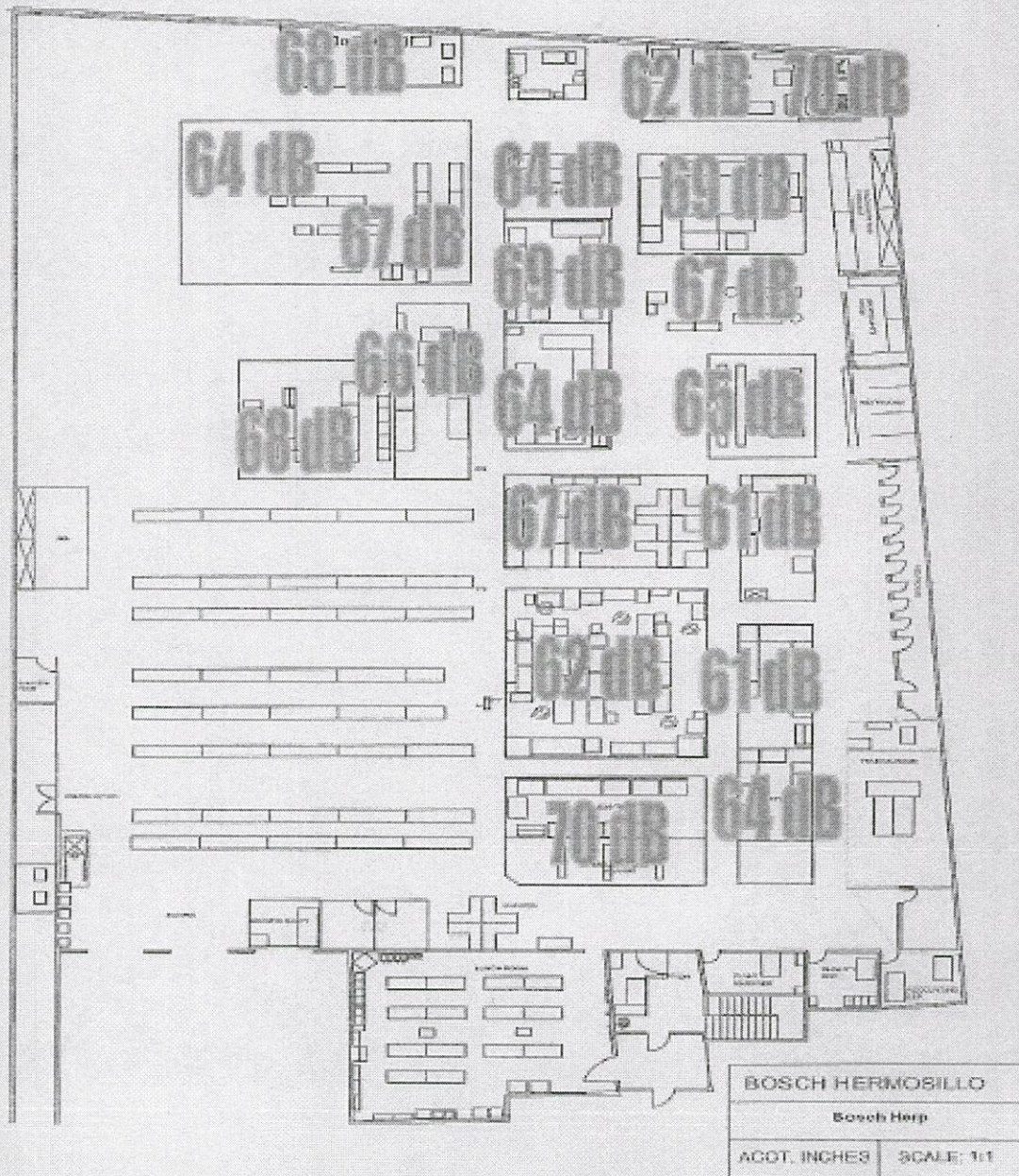
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Kino Laboratorios.

HERODOTO #74 COL. LOMAS DEL SOL TEL. 250-18-55 HERMOSILLO, SONORA



**A4.** Resultados de nivel de ruido por laboratorio Kino

**PLANO DE NIVELES DE RUIDO LABORAL EN dB POR AREAS DE LA EMPRESA SAGUARO ELECTRONICA S.A. DE C.V.**





SAGUARO ELECTRONICA, S.A. DE C.V.

1



000 7130094

## A5. Checklist ergonómico en línea de producción

 <b>BOSCH</b>	Checklist Ergonomics in Work Systems	
SystemLine: TSO 4	Plant: _____	
Workplace: Prueba y empaque	Workshop: _____	
Originator: David Palacios	Department: Ingeniería	Date: _____

At least 70 % of the relevant questions must be answered 'yes'; a maximum of 10% of the questions may be answered 'no'.

	YES	OCC.**	NO
<b>1. Body Posture and Working Height</b>			
1.1 Can the associate attain a good body posture at the workstation?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Criteria: No strong bending of the upper part of the body and twisting of the trunk, avoidance of extreme head inclination and head rotation			
1.2 * Can the associate work while sitting?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1.3 * At a Sitting Workplace, does free leg room, thigh room and a height-adjustable foot rest exist (ref. "Blue Card")?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 At a Standing Workplace, can the associate also walk to avoid long-term standing?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 Can the associate work at optimal working height (as per recommendations in "Blue Card" or DIN 33 406)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Question applies only if a Sitting Workplace is organizationally, technically and work methodically possible.			
<b>2. Reach Area and Field of Vision</b>			
2.1 Can the associate reach easily to the cyclically used containers, tools, parts or measurement equipment?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 Are cyclically used positioning points in the center of the working area?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Does the associate have a clear view of the process area?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 Is there sufficient illumination at the workplace?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 Is glare at the work station avoided?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3. Movement Space and Access</b>			
3.1 Does the associate have enough movement space at the workplace?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 Does enough freedom of movement exist for maintenance activities and setup?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3.3 Can magazines, containers or feeder bowls be simply refilled or changed (without bending and stooping)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>4. Displays and Operating Devices</b>			
4.1 Can the control panel (operating devices and display) be reached and observed easily during working or setup?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Is the control panel positioned at optimal operating height?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 Are frequently (>100 times/shift) observed displays and used operating devices: - not located above head height (max. 1,500 mm height)? - located as close as possible to the working location?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 Are all displays and operating devices (used ≤100 times/shift) located at a height less than 1,800 mm?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 Are infrequently observed displays placed in the center of the field of vision?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5. Weight of Parts and Handling Loads</b>			
5.1 Is there adherence to the recommended limit values for manual lifting and carrying (calculated with the software IGEL)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*\*occ.=occasionally

C/MPS(ie) 07.2007



= Measures!