



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS  
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

**Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**

## **TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Título:** Intervención ergonómica en puestos de trabajo de la Empresa de Bujías “Neftalí Martínez”

**Autor:** Ing. Armando Reyes Arbolaez

**Tutora:** Dra. C. Sandra Haydeé Mejías Herrera

2018

“Año 60 de la Revolución”

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA



---

*“Education is the most powerful weapon  
which you can use to change the world”.*

*Mandela*

---

## ***Dedicatoria***

- A quien supo despertar en mí el deseo y la fuerza para formarme como profesional, como hombre de bien, llenándome a cada instante de amor, confianza y esperanzas: Mi madre y Abuelos.
- A quienes saben apoyarme en los momentos más difíciles sin molestias y reproches: Mis hermanos.
- A quienes llenan mi vida dándole un sentido especial con sus más profundos sentimientos: Mis familiares y amigos.
- A quien es imprescindible para hacer realidad cualquier sueño, compartiendo su alegría y haciendo renacer con su amor mi espíritu: mi esposa.
- A mi futuro hijo que seguro estoy formará parte de mi vida como el más valioso tesoro.

---

## *Agradecimientos*

- A mi tutora por el apoyo y la dedicación brindada para hacer posible la realización de este trabajo, por ofrecerme su ayuda constante, así como su acertada conducción en la investigación y por tenerla además de ejemplo como profesional y amiga.
- A Hanny y Betty que formaron parte de esta investigación y sin ellas no sería posible la realización de este trabajo.
- A mi madre, mi abuela, mi tía y prima que desde pequeño supieron educarme, orientarme y brindarme su amor y cariño.
- A todos aquellos familiares, compañeros de estudio, del trabajo y amigos que en algún momento aportaron su esfuerzo para que cumpliera con la realización de esta tesis.
- A todos los profesores que han contribuido a mi formación y permitieron que hoy se hiciera realidad un sueño.
- A todos los que, aunque no estén hoy me han ayudado a llegar.

A todos, por su apoyo,

Muchas Gracias.

---

## ***Resumen***

La presente investigación fue realizada en la Empresa de Bujías Neftalí Martínez situada en el municipio Sagua la Grande, provincia Villa Clara, dedicada a la producción de bujías y una amplia gama de surtidos de mangueras hidráulicas y neumáticas. Dentro de la empresa, fueron seleccionados dos puestos: el puesto de biselado ubicado en el taller de maquinado y el puesto de fijado de junta que se encuentra en el taller de montaje al existir antecedentes que justifican la realización del estudio. El propósito del presente trabajo es evaluar ergonómicamente ambos puestos en la empresa. Para ello, se parte en el Capítulo I de un análisis de la bibliografía especializada existente abordando temas que marcan las tendencias actuales y perspectivas de la Ergonomía; particularizando en las etapas de su estandarización en Cuba. Seguidamente, se analizan los elementos del diseño en los sistemas de producción y el impacto de los sistemas sociotécnicos en la intervención ergonómica; profundizando en los métodos para la evaluación ergonómica y los programas de intervención. En el Capítulo II se presenta un procedimiento de evaluación ergonómica que constituye la herramienta de trabajo en la presente investigación y en el Capítulo III se aplica de forma parcial el mismo en ambos puestos utilizando la técnica del estudio de casos. Finalmente, se brindan las conclusiones y recomendaciones que permiten observar la contribución realizada al intervenir en ambos puestos de la empresa.

---

## *Summary*

The present investigation was carried out at Neftalí Martínez spark plug enterprise located in the municipality of Sagua la Grande, Villa Clara province, dedicated to the production of spark plugs and a wide range of hydraulic and pneumatic hoses assortments. Within the company, two positions were selected: the beveling position located in the machining workshop and the joint fixing post that is found in the assembly workshop where there are precedents that justify the completion of the study. The purpose of this paper is to ergonomically evaluate both positions in the company. For this purpose, part I starts from an analysis of the existing specialized bibliography, addressing issues that mark the current trends and perspectives of Ergonomics; particularizing in the stages of its standardization in Cuba. Next, the elements of the design in the production systems and the impact of the sociotechnical systems in the ergonomic intervention are analyzed; deepening the methods for ergonomic evaluation and intervention programs. Chapter II presents an ergonomic evaluation procedure that constitutes the working tool in the present investigation and in Chapter III it is partially applied in both positions using the case study technique. Finally, the conclusions and recommendations that allow observing the contribution made by intervening in both positions of the company are provided.

---

## Índice

<i>Introducción</i> .....	1
<i>Capítulo I. Marco Teórico Referencial de la investigación</i> .....	5
Introducción.....	5
1.1 La Ergonomía: tendencias actuales y perspectivas .....	5
1.2 La ergonomía y su estandarización en Cuba.....	10
1.3 Elementos del diseño en sistemas de producción: influencia en la productividad y la ergonomía.....	13
1.4 El impacto de los sistemas sociotécnicos en la intervención ergonómica .....	16
1.5 Sustentabilidad en la empresa desde una perspectiva ergonómica .....	19
1.6 Los métodos para la evaluación ergonómica: principales características.....	21
1.7 Experiencias de intervenciones ergonómicas en empresas internacionales y cubanas.....	23
1.8 Los programas de intervención y la evaluación económica.....	27
Conclusiones parciales .....	29
<i>Capítulo II. Procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo</i> .....	31
Introducción.....	31
2.1 Concepciones teórico-metodológicas en las que se sustenta el procedimiento .....	31
2.2 Características del procedimiento para la evaluación ergonómica .....	33
Conclusiones parciales .....	42
<i>Capítulo III. Implementación del procedimiento para la evaluación ergonómica en puestos de trabajo en la Empresa de Bujías "Neftalí Martínez"</i> .....	44
Introducción.....	44
3.1 Estudio de caso: Evaluación ergonómica del puesto de biselado .....	44
3.2 Estudio de caso: evaluación ergonómica del puesto de Fijado de junta de la bujía.....	57
Conclusiones parciales .....	68
<i>Conclusiones generales</i> .....	70
<i>Recomendaciones</i> .....	71
<i>Bibliografía</i> .....	72
<i>Anexos</i>	

---

## ***Introducción***

La necesidad de ser productivos y producir con calidad para cumplir las exigencias de los clientes, mantener un margen adecuado de utilidad y que al mismo tiempo los trabajadores no tengan problemas de salud y estén satisfechos y comprometidos con los objetivos organizacionales, es hoy en día uno de los paradigmas de los directivos empresariales con el fin de mantenerse en el mercado competitivamente. En este sentido, es necesario el mejoramiento continuo y trabajar con el objetivo de alcanzar y mantener los más altos niveles de calidad, no solo en los productos finales, sino en los sistemas de gestión, en los procesos y en el personal. Para ello, se ha demostrado la importancia que tienen los principios ergonómicos, que deben estar presentes desde la fase de diseño, durante el proceso de implantación, seguimiento, control, hasta la obtención del producto final.

Una disciplina científica que ha contribuido a este paradigma es la Ergonomía o Ingeniería de los Factores Humanos, la que se desarrollará, en la medida en que los practicantes de la Ergonomía sean capaces de transferir a la práctica de las empresas los descubrimientos obtenidos en este campo. Esta disciplina ha sido utilizada universalmente con el objetivo de mejorar la calidad de la vida humana. Los profesionales de este campo se ocupan del diseño de la interface entre los hombres y otros elementos del sistema para mejorar la salud, seguridad, confort y productividad, incluyendo la calidad y disminuyendo el error humano (Chapanis, 1996). Cometer errores humanos en la actividad laboral, constituye hoy un creciente foco de atención de la ergonomía ya que ésta incluye, el estudio de los sistemas integrados por el trabajador, los medios de producción y el ambiente laboral, para el trabajo más eficiente y adecuado a la capacidad psicofisiológica del operario, promoviendo su salud y logrando su satisfacción laboral que impulsa su total comodidad (Casares-Li, 2016).

Es tarea central de la Ergonomía investigar cuáles son las capacidades y limitaciones reales del hombre para asimilar las nuevas condiciones, prever los efectos que pueda causar, no solo de manera inmediata, sino también a largo plazo (García and Real, 2005). Los aportes de la ergonomía no han sido aún reconocidos en su totalidad por los empresarios, y en los casos donde ocurre, la Ergonomía generalmente es aplicada en etapas tardías y con alcance muy limitado (Breedveld, 2005). Hendrick, menciona cuatro razones que han provocado la falta de reconocimiento de la Ergonomía en la comunidad empresarial:

- Muchas soluciones "ergonómicas" son ejemplos de mala Ergonomía.

- 
- La Ergonomía es considerada como "sentido común" y no como una ciencia y una profesión.
  - Carencia de información sobre los costos/beneficios en intervenciones ergonómicas.
  - Los ergónomos no justifican sus actividades.

En las intervenciones ergonómicas es necesario tener en cuenta la ergonomía participativa (EP), sirviendo esta para los profesionales de la ergonomía como una herramienta reflexiva cuando se diseñan sistemas de producción en las empresas (Miller and Lee, 2001; Ole and Rikken, 2011). Es importante garantizar en el ámbito laboral una cultura de seguridad y salud en todos los trabajadores, para ello, algunos requisitos indispensables son: el establecimiento de un entorno seguro y saludable, la implicación de la alta dirección, el acceso de los trabajadores a la formación e información preventiva, el establecimiento de sistemas de detección de riesgos y el mantenimiento de las condiciones higiénicas y saludables de la empresa (Takala, 2010; Giarín et al., 2011; Rafailov et al., 2015).

Desde hace años en Cuba, un gran número de empresas se encuentran en perfeccionamiento empresarial, proceso complejo donde se alcanza mayor competitividad y se gestionan todos los sistemas existentes de manera integrada, para alcanzar mejor imagen, pero que incluye también tener los aspectos de seguridad y salud en orden, así como la contabilidad fiable y la aplicación de medidas medio ambientales. Una empresa que transita por estas circunstancias es la Empresa de Bujías Neftalí Martínez, en la provincia de Villa Clara, municipio Sagua La Grande. Ésta empresa se caracteriza por la fabricación de bujías marca Taíno Especial y Prisma además de la producción de una amplia gama de mangueras hidráulicas y neumáticas. En la actualidad, son muchos los sectores que se encuentran afectados por las características del trabajo que realizan y las condiciones que enfrentan los trabajadores, dentro de ellos se encuentran los puestos de trabajo mecánicos-manuales en los talleres de producción por el desconocimiento en algunas empresas de las condiciones ergonómicas adecuadas para trabajar en esos casos. En la empresa objeto de estudio se seleccionaron dos puestos dentro del proceso productivo, uno es el puesto de biselado en el taller de maquinado por ser este el de mayor carga de trabajo dentro de área y donde se presentan quejas de los trabajadores en varias reuniones alegando malas condiciones de trabajo. Los directivos han observado una variabilidad de los niveles de producción, ausencias y certificados médicos por parte de la trabajadora titular trayendo consigo rotación del personal en el puesto. El otro puesto seleccionado fue el de fijado de junta de la bujía dentro del taller de montaje, ya que se ha venido presentando una fuerte manifestación de dolores musculares en los

---

miembros superiores e inferiores del cuerpo provocando quejas seguidas por parte de los trabajadores y se desconoce cómo adecuar el diseño del puesto de trabajo para disminuir estas dolencias, representando estas condiciones la *situación problemática* de la investigación.

Por tal motivo el *problema de investigación* a resolver radica en: “Ausencia de un adecuado diseño de puestos de trabajo que afecta el desempeño de los trabajadores expresado principalmente, en variabilidad de los niveles de producción y producción no conforme, así como dolencias y molestias de los trabajadores”. A partir del problema de investigación anterior se formula la *Hipótesis* siguiente: “La evaluación ergonómica en los puestos seleccionados de las áreas de maquinado y montaje contribuirá al mejoramiento del desempeño de los trabajadores y, en particular, sus niveles de producción y producción no conforme, disminuyendo a su vez las dolencias y molestias de los trabajadores asociados a dichos puestos”

La hipótesis planteada quedará validada si:

- Se logra aplicar un procedimiento de intervención ergonómica.
- Se consigue identificar las deficiencias ergonómicas presentes en los puestos seleccionados de las áreas de maquinado y montaje, los cuales hoy influyen en el deterioro de los indicadores relacionados con la fuerza de trabajo y las lesiones músculo-esqueléticas.
- Es posible el diseño de estrategias de intervención ergonómica en las áreas donde se encuentran dichos puestos.

En correspondencia con la hipótesis de investigación planteada, *el objetivo general* de la investigación consiste en: Aplicar un procedimiento de intervención ergonómica en los puestos seleccionados de las áreas de maquinado y montaje, que contribuya al mejoramiento del desempeño de los trabajadores que ocupan los mismos.

A partir de lo anterior se formulan los *objetivos específicos* siguientes:

- Construir un marco teórico referencial realizando una revisión bibliográfica sobre la concepción de la intervención en los sistemas de trabajo, algunos procedimientos de intervención ergonómica en las empresas, sus beneficios económicos, buenas prácticas en materia de ergonomía y experiencias internacionales en la aplicación de procedimientos de intervención.
- Aplicar el procedimiento de intervención ergonómica parcialmente.
- Determinar la factibilidad económica de las medidas propuestas dentro del programa de intervención.

---

La aplicación del procedimiento de intervención ergonómica permitirá evaluar y mejorar el diseño de los puestos de trabajo, contribuirá además a que a mediano plazo los indicadores relacionados con la fuerza laboral muestren mejores comportamientos, así como mejorar el sistema de trabajo de las áreas de maquinado y montaje en la empresa, lo que fundamenta el **valor práctico** que aporta esta investigación científica. El **valor metodológico** está dado en la posibilidad de aplicar los pasos de un procedimiento e integrarlo a los nuevos conceptos, métodos y herramienta del sistema de gestión integrada de capital humano de la organización, ofreciendo la posibilidad de aplicarlo posteriormente en otras áreas productivas, así como mantener la evaluación de sistema de trabajo en los períodos de tiempos que se definan, garantizando así la mejora continua del sistema.

Igualmente el trabajo posee **valor económico y social** por los beneficios que reportará en los resultados tales como la elevación de la calidad de las producciones, el mejoramiento de la calidad de vida laboral, así como el incremento de la productividad, además se dota a la empresa de una herramienta para la mejora continua de los sistemas de trabajo contribuyendo a la del sistema de gestión integrada de capital humano.

Esta investigación se encuentra estructurada en una introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y anexos. En el Capítulo I se elabora el marco teórico referencial de la investigación, representando de manera organizada y sintetizada los aspectos básicos de la bibliografía utilizada durante la investigación. En el Capítulo II se plantea el procedimiento para la evaluación ergonómica para puestos de trabajos, donde se definen sus fases, etapas y se describe detalladamente cada acción a seguir para su aplicación en el próximo capítulo. En el Capítulo III se presentan los resultados en forma de estudios de casos. Las principales técnicas utilizadas en el transcurso de la investigación han sido la inducción y deducción, el análisis y la síntesis, la entrevista a trabajadores del puesto así la observación directa a las áreas. Otras técnicas del estudio del trabajo y de la ergonomía fueron aplicadas como: el Diagrama bimanual, el método ERIN (Evaluación del riesgo individual), técnicas de análisis estadísticos, entre otras.

---

## **Capítulo 1. Marco Teórico Referencial de la investigación**

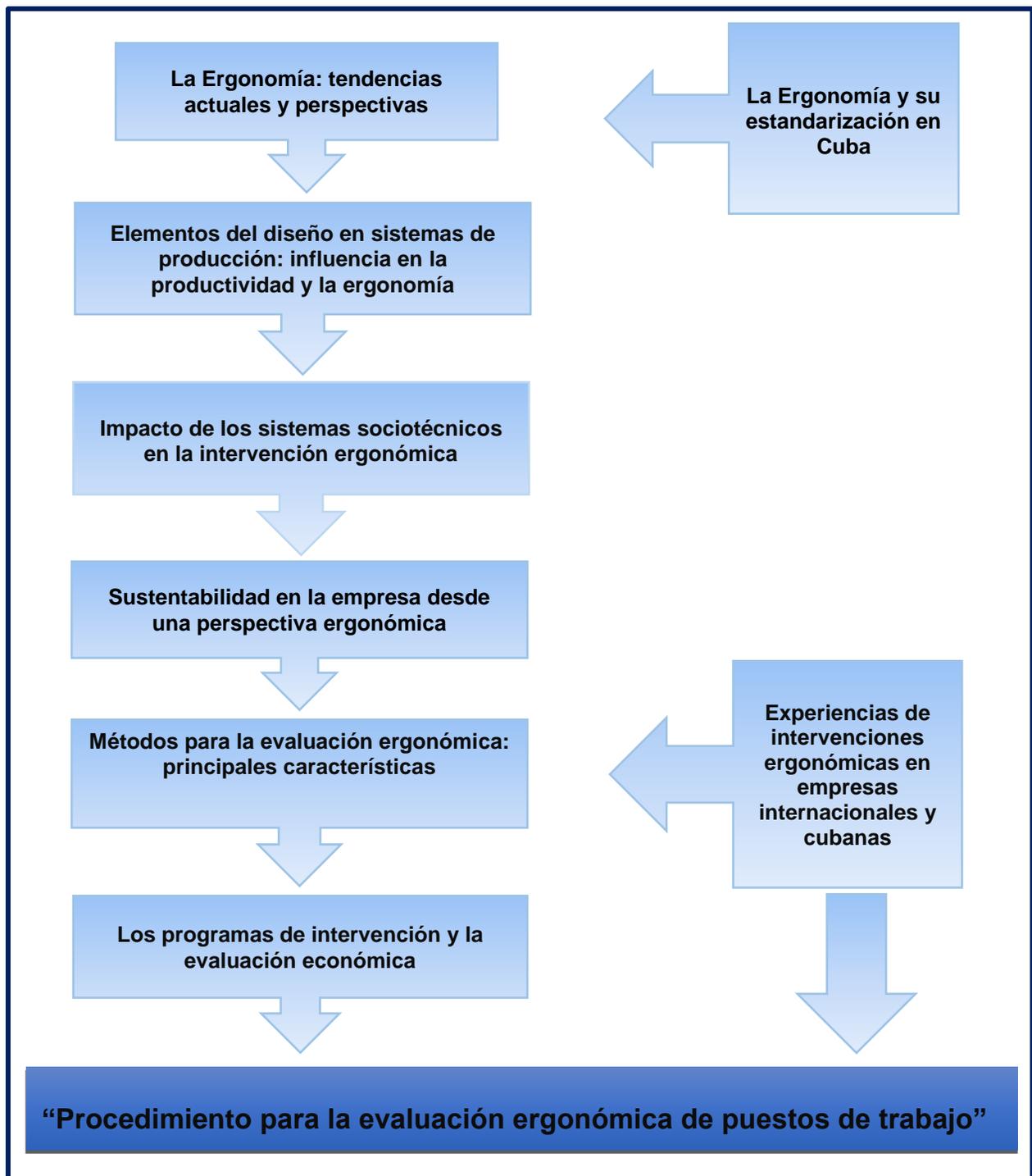
### **Introducción**

La consulta de la literatura especializada a través de diversas fuentes se diseñó de manera que posibilitara *el estudio y análisis del* “estado del arte y de la práctica” en el tema objeto de estudio, permitiendo *establecer las bases teórico – prácticas* del proceso de investigación y contribuir a partir de las mismas, a demostrar la necesidad de los resultados obtenidos, así como su valor metodológico y práctico para realizar intervenciones macroergonómicas en los sistemas de trabajo que permitan identificar los problemas ergonómicos que afectan los sistemas de trabajo, evaluarlos y diseñar programas de intervención efectivos que solucionen los mismos. El diseño del marco teórico y referencial de la investigación se ha construido a partir de abordar de manera lógica los aspectos esenciales, así como las principales tendencias y nuevos enfoques que posibilitan diseñar y aplicar una herramienta de intervención macroergonómica en el marco de las empresas cubanas. El Marco Teórico – Referencial (Figura No.1) fue elaborado sobre la base de un análisis bibliográfico, en la fase inicial de la investigación.

### **1.1 La Ergonomía: tendencias actuales y perspectivas**

Ergonomía es *“la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre seres humanos y otros elementos de un sistema; y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar, buscando optimizar el bienestar humano y el desempeño del sistema en general”* (International Ergonomics Association, 2000). Si bien nació en el contexto del trabajo, actualmente es aplicada a todos los aspectos de la actividad humana, distinguiéndose tres grandes dominios: la ergonomía física, la ergonomía cognitiva y la ergonomía organizacional. Ahora bien, dentro de estas grandes dimensiones existen diferentes aproximaciones que se centran o combinan los dominios mencionados, tales como la ergonomía de concepción, inmersa en el desarrollo de nuevos productos; la antropotecnología preocupada por los procesos de transferencia tecnológica; la macroergonomía orientada al diseño de sistemas de trabajo y la ergonomía participativa enfocada a rescatar el conocimiento de los trabajadores y otras partes interesadas de una organización para construir propuestas de mejoramiento.

La ergonomía ha evolucionado a través de estos siglos, ello ha sido definitivo para convertirla en un área de estudios multidisciplinaria. Hoy en día, existen innumerables aplicaciones en diferentes campos: se habla de ergonomía en las empresas ligada a las estrategias corporativas y de negocios, como punto importante para su definición; en la informática es de gran utilidad para



**Figura No.1. Hilo conductor de la investigación que sustenta el marco teórico - referencial**

el desarrollo de interfaces y aplicaciones de software, de manera que sean entendibles y fáciles de usar; en la ingeniería aeronáutica y en la fabricación de aviones se utiliza para el diseño de los sistemas de control y las cabinas de mando, los fabricantes de automóviles, pensando en la

---

automatización y en la seguridad, cada vez invierten e investigan más en este sentido y consideran las diferentes variables ergonómicas en los diseños seguros.

Algunos autores refieren que la ergonomía es básicamente una tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tiene como objetivo la optimización integral de Sistemas Hombres-Máquinas, los que estarán siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más "máquinas" (se define con ese término genérico a todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etcétera). Al decir optimización integral se quiere significar la obtención de una estructura sistémica (y su correspondiente comportamiento dinámico), para cada conjunto interactuante de hombres y máquinas, que satisfaga simultánea y convenientemente a los siguientes tres criterios fundamentales:

- Participación: de los seres humanos en cuanto a creatividad tecnológica, gestión, remuneración, confort y roles psicosociales.
- Producción: en todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productiva del Sistema Hombres-Máquinas (en síntesis: productividad y calidad).
- Protección: de los Subsistemas Hombre (seguridad industrial e higiene laboral), de los Subsistemas Máquina (siniestros, fallas, averías, etcétera) y del entorno (seguridad colectiva, ecología, etcétera).

La ergonomía, en sí misma no se observa como una estrategia. Sin embargo, ya que la atención a la ergonomía puede contribuir a muchos aspectos diferentes del rendimiento del negocio, se observa la ergonomía como una característica importante de la formulación de estrategias y del proceso de implementación. Por lo tanto, estratégicamente hablando, la atención a la ergonomía puede ser un importante *elemento* de cómo una empresa se da cuenta de su ventaja competitiva. Según la clasificación de Porter (Porter, 1985) de estrategias de negocios para crear ventajas, se pueden distinguir dos estrategias corporativas básicas: estrategia de diferenciación y estrategia de costos.

En la estrategia de diferenciación, la empresa produce y entrega productos o servicios con características únicas para atraer (Dul, 2003). Aquí el diseño de productos ergonómicos, con características centradas en el usuario presenta una ventaja competitiva. Entrega puntual, productos sin errores, interacciones de servicio amigables con el cliente, también pueden crear ventajas, con aportes de la ergonomía (Dul, 2005).

---

En una estrategia de costos, una empresa compite sobre la base del costo del producto o servicio. Si se realiza el diseño ergonómico del sistema de producción, incluyendo un trabajo ergonómico y el diseño del lugar de trabajo; además de eliminar el trabajo humano por la mecanización o la automatización en tareas ineficientes, insalubres o peligrosas; los costos por unidad pueden reducirse y aumentar la productividad laboral.

Kadefors et al., (1996) encontraron que la ergonomía mejoró en la aplicación de ciclos largos al establecer estrategias paralelas en el flujo de montaje con el rendimiento superior. La ingeniería de producción influye en la ergonomía mediante decisiones de diseño estratégico. La automatización es otra estrategia mediante la cual se puede aumentar el rendimiento y la exposición al trabajo repetitivo y monótono disminuye. Hardjono and Klein (2004) plantean que la ergonomía puede presentar una parte de la "responsabilidad social corporativa". Las plataformas de "sostenibilidad empresarial" en una sociedad que exige a las empresas que sean más que organizaciones que hacen dinero. Por lo tanto, la publicidad de la ergonomía como parte del "producto inofensivo" o "producción inofensiva" pueden ofrecer al consumidor potencial un mejor producto, hecho en condiciones de trabajo, para un mundo mejor.

La Ergonomía no se puede tratar, como es evidente, sin incluir aspectos sociales, económicos y medioambientales y cuando se integran estos conceptos ya se habla de Ergoecología (Saravia-Pinilla et al., 2017). La Ecología se define como la ciencia que estudia las relaciones recíprocas entre los seres vivos y el ambiente externo en que éstos viven (Lange Morales et al., 2014). Alrededor de esta temática existen numerosos estudios que contribuyen a reforzar el amplio debate hacia las relaciones con la naturaleza en el siglo XXI, de manera especial se enfatiza en la acción depredadora del hombre producto del afán de industrialización y la visión tecnócrata de los últimos tiempos. Es por ello que al combinarlo con las estructuras organizativas, políticas y sus procesos, los que incluyen la comunicación, gestión, diseño de la jornada laboral y el trabajo en equipo, la cultura organizacional y la gestión de la calidad se sitúa frente a la *Ergoecología* (Daza Beltrán et al., 2017), que tiene como objetivos: investigar, desarrollar, ejecutar acciones relacionadas a los problemas del trabajo, insertándolos en los programas de salud ocupacional, logrando así un impacto en la salud del trabajador.

Por otra parte, la Ergoecología expone una relación justa y sinérgica entre los sistemas socio-técnico y sistemas naturales. En la actualidad se evidencia en la puesta en práctica de sus principios de diseño y desarrollo, en los ámbitos del producto o de servicios, con el fin de lograr a

---

continuidad entre los seres humanos y el medio ambiente. Aunque seis bases de datos abarcan un período de más de veinte años, es evidente que el pequeño número de documentos interesados en abordar los aspectos humanos y ambientales muestra conjuntamente la falta de interés, al menos en trabajo publicado. También es motivo de preocupación que los estudios indican signos de declinación, antes de que la madurez haya sido alcanzada, ya que los problemas humanos de diseño se resuelven de manera fragmentada, dando como resultado una duplicación de esfuerzos. Trabajar en propuestas que pretendan la integración, conduciría a la armonía conceptual en estos dos aspectos y un intento por acercarse a la llamada sostenibilidad absoluta (García-Acosta et al., 2012).

Los objetivos de sostenibilidad no se pueden lograr a través de eco-eficiencia solamente. Del mismo modo, eco-productividad, incluso combinada con eco-eficiencia, es muy posible no alcanzarlos. Estos dos conceptos necesitan estar asociados con eco-eficacia si van a funcionar de verdad como prácticas de desarrollo sostenible. Eco-eficacia es por lo tanto, integrado a la ergoecología, y se abre la posibilidad de ahondar más en la comprensión y aplicación del mismo. Se puede decir que los métodos participativos son capaces de integrar los aspectos ambientales y las necesidades de la comunidad con mayor facilidad. En fin la sostenibilidad se resume como todo acerca de los valores, que propone que la responsabilidad social y responsabilidad ambiental son los hilos de conexión entre ergoecología y ergonomía de la que se derivan los valores de respeto de los derechos humanos, respeto por la Tierra, el respeto a la toma de decisiones éticas, apreciación de la complejidad, el respeto de la transparencia y la apertura, y respeto a la diversidad (Saravia-Pinilla et al., 2015).

Desde el comienzo de las primeras investigaciones ergonómicas siempre ha existido resistencia de aprendizaje y aplicación a los nuevos temas que se analizan, sobre todo si éstos implican cambios en el ambiente laboral y cambios económicos. Durante los últimos 25 años, varios autores han subrayado que la ergonomía tiene un problema a ser aceptado en la sociedad empresarial. En un ensayo (Perrow, 1984) se argumentó: el problema de la ergonomía es que no hay muchos ergonomistas trabajando en empresas, que no tienen control sobre presupuestos y personas, y que son vistos como protectores de los trabajadores, por ejemplo, no culpar a los trabajadores de los errores humanos, sino a los administradores de los sistemas. Hal Hendrick, el ex presidente de la Asociación Internacional de Ergonomía se preguntó: "*¿Por qué es que las organizaciones con necesidad de obtener el compromiso de los empleados, reducir los gastos y*

---

*productividad, no están golpeando abajo de nuestras puertas para la ayuda?"* (Hendrick, 1991).

A pesar de que la comunidad de investigación ergonómica ha demostrado convincentemente que la ergonomía puede mejorar la calidad de los productos y la productividad en las empresas, siempre queda la duda sustentada en la negación de las nuevas oportunidades ergonómicas (Jan Dul and Neuman, 2005).

Todo lo anterior demuestra el grado de utilidad que posee la ergonomía en la gestión empresarial, aunque se ha demostrado que aún los empresarios no la tienen presente en el diseño o mejoramiento de los sistemas de trabajo o lo realizan de forma tardía. Para ello, es necesario conocer los estándares ergonómicos sobre lo cual en nuestro país existen instituciones que apoyan este proceso tema sobre el cual se abordará en el próximo epígrafe.

## **1.2 La ergonomía y su estandarización en Cuba**

Los estándares ergonómicos están asociados al propio desarrollo de la Ergonomía en Cuba y en el mundo lo que hace que sea necesario mencionar a diversas instituciones, grupos de investigación y universidades que han apoyado este proceso en el país. Dentro de estas instituciones resaltan los organismos como el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS) que ha atendido las preocupaciones de los ergónomos. Si bien no se cuenta aún con una Sociedad de Ergonomía en el país, tampoco las competencias necesarias han sido definidas para la actuación ergonómica y no está establecida una política a mediano plazo en materia ergonómica, si es posible avizorar la línea de trabajo que fomenta el MTSS quien reúne al comité técnico para la revisión, la actualización de las normas en esta materia y la adopción de las normas de la International Standards Organisation (ISO). Algunas consideraciones de especialistas cubanos plantean que el concepto de ergonomía fue introducido en los comienzos de la década del '70. En esta década el país se encontraba enfrascado en intensificar el desarrollo de su economía que estaba frágil y que había heredado, al triunfar la revolución en 1959, pequeñas empresas de línea mayormente artesanal con maquinaria en muchos casos desgastada y con una fuerza de trabajo casi nada especializada. Resulta atrevido plantear los diferentes momentos transcurridos en la introducción y el desarrollo de la ergonomía en Cuba desde el inicio hasta los días de hoy pero pudieran señalarse cuatro períodos distintivos.

*Primer período (durante la década del '70):* Existe la necesidad de instalar a lo largo de todas las regiones nuevas industrias y tecnologías de avanzada para la industrialización del país. Se introduce el concepto de Ergonomía dentro de los cursos de postgraduación en Cuba y

---

universidades como el Instituto José Antonio Echeverría (ISPJAE) situado en la capital del país, y en el centro del país la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV) reciben a profesores de alto nivel. La característica esencial de este período fue la colaboración internacional para formar a los primeros ergónomos que impartían docencia en universidades e iniciarían las investigaciones en el país. Aparecen en este período siete normas cubanas relacionadas con la seguridad y, de ellas, dos directamente vinculadas a requisitos ergonómicos (la referida a requisitos ergonómicos para asientos y la dirigida a requisitos ergonómicos de camas).

*Segundo período (durante la década del '80):* Se defienden dos doctorados en ergonomía: uno en Polonia y el primero en Cuba. El azúcar de caña era el principal producto que se exportaba en el país y dicha industria se había fomentado con un numeroso grupo de centrales azucareros. Así también, la cantidad de trabajadores asociados en el período de zafra hacían que las contribuciones realizadas a partir de estos estudios de tesis doctoral permitieran tomar medidas importantes para la mejora de las condiciones de trabajo. Se formularían, por tanto, regulaciones por parte de los organismos ministeriales que protegían al trabajador para garantizar adecuadas jornadas laborales, descanso y medidas de protección tanto en los campos de caña, en particular, la actividad de corte y en las industrias azucareras durante la producción del azúcar de caña y sus derivados. A la par, en estos años, se estabilizan en Cuba los laboratorios de Ergonomía en las principales universidades del país con equipamientos diseñados por profesores y técnicos de ergonomía y equipos provenientes de la colaboración internacional con universidades de países industrializados. Otras instituciones trabajaron y aún trabajan de manera destacada en el campo de la Ergonomía, por ejemplo: el Instituto de Estudios e Investigaciones del Trabajo (IEIT), el Instituto de Medicina del Trabajo, el Instituto de Cultura Física y el Instituto Nacional de Salud para los Trabajadores (INSAT) con especialistas de alto prestigio. Ellos atienden áreas particulares de la ergonomía y se han especializado en temas importantes que lo hacen acreedores de dirigir consultorías en empresas a nivel nacional y ser parte decisiva en Comités Técnico que trabajarían durante el nuevo siglo para el diseño e implementación de normativas.

Es posible plantear que el rol de los ergonomistas en este período ha sido centrarse en investigaciones necesarias a realizar en las industrias del país y la formación postgraduada se desarrolla en menor escala, solo ante solicitudes específicas de instituciones y universidades. En este período aparecen cuarenta y seis normas del Sistema de Protección e Higiene del Trabajo y

---

de ellas sólo tres relacionadas con la ergonomía (una de antropometría, otra referida a requisitos ergonómicos de los closet y armarios y otra dedicada a requisitos del asiento de maquinaria agrícola).

*Tercer período (durante la década del '90):* El momento histórico que se vive en el país a inicios del año 1990 caracterizado por el inicio de la crisis económica debido a los acontecimientos ocurrido en los países del campo socialista, hace que algunos especialistas consideren que decrecen las actividades relacionadas con la ergonomía. Sin embargo, los especialistas del IEIT a pesar de la situación existente que afectaban las investigaciones, continúan las mismas. La formación no cesa a pesar de la situación económica del país y en este período comienza el programa de formación postgraduada en Gestión de los Recursos Humanos en el ISPJAE. Se inicia en este año la formación de profesores en cursos impartidos por la aseguradora MAPFRE de España a partir de optar a través de proyectos que compiten con participantes de toda Iberoamérica. No obstante a lo anteriormente explicado, continúan las investigaciones pero con la característica esencial de que se producen en forma de grupos investigativos aislados, aunque el intercambio y consulta entre los especialistas de diferentes regiones del país siempre fue un complemento esencial y necesario. En este período se presenta como desafío esencial para el ergónomo la evaluación y rediseño de puestos de trabajo en diversas actividades industriales del país. Tres normas fueron elaboradas en el área de seguridad pero ninguna directamente vinculada a la ergonomía.

*Cuarto período (desde el 2000 hasta el presente):* Se renueva e intensifica en el país el interés por la Gestión del Capital Humano y la Gestión por Competencias y conjuntamente con ello mayor interés en la ergonomía y las áreas de interés actuales. Continúan las defensas doctorales en materia de ergonomía (3 en total) y se han incrementado las universidades que imparten la carrera de Ingeniería Industrial y como resultado en el 2010 se han graduado aproximadamente 16000 ingenieros industriales que han recibido ergonomía en sus cursos pero, lamentablemente, pocos la practican después en su vida laboral. Fueron 17 normas las que aparecieron en esta etapa y, de ellas, 6 relacionadas directamente con la ergonomía.

Lo anterior muestra que el avance de la ergonomía se ha producido conjuntamente con su desarrollo, como se planteó al inicio del presente capítulo, y esto se refleja en como paulatinamente se han incrementado las normas relacionadas con esta disciplina. Sin embargo, existen normas ISO relacionadas con la temática que hoy no han sido adoptadas. Es lógico que

---

aumente la preocupación por los factores ergonómicos al demostrar las investigaciones realizadas como inciden directamente no solo en el bienestar del trabajador sino también en los niveles productivos y la calidad.

### **1.3 Elementos del diseño en sistemas de producción: influencia en la productividad y la ergonomía**

Neumann (2004) ha demostrado cómo las decisiones tomadas al principio del proceso de desarrollo pueden influir en los factores físicos y psicosociales y en el trabajo resultante. Estas decisiones de diseño pueden estar relacionadas con decisiones estratégicas adoptadas en el inicio del proyecto, pero también pueden en el proceso de diseño surgir como nuevas restricciones del diseño. Los efectos de la ergonomía en el lugar de trabajo pueden ser tanto positivos como negativos. Neumann and Winkel (2005) describen el proceso de diseño del sistema de producción en términos de una serie de etapas clave que pueden influir en el rendimiento y las condiciones de trabajo en el sistema del trabajo resultante. Los procesos de diseño no son del todo lineales-rationales. Ellos son complejos, contienen incertidumbre y falta de linealidad, y tienen poderosas dinámicas sociales y micro-política. Sin embargo, se generaliza aquí una secuencia del diseño de sistemas de producción.

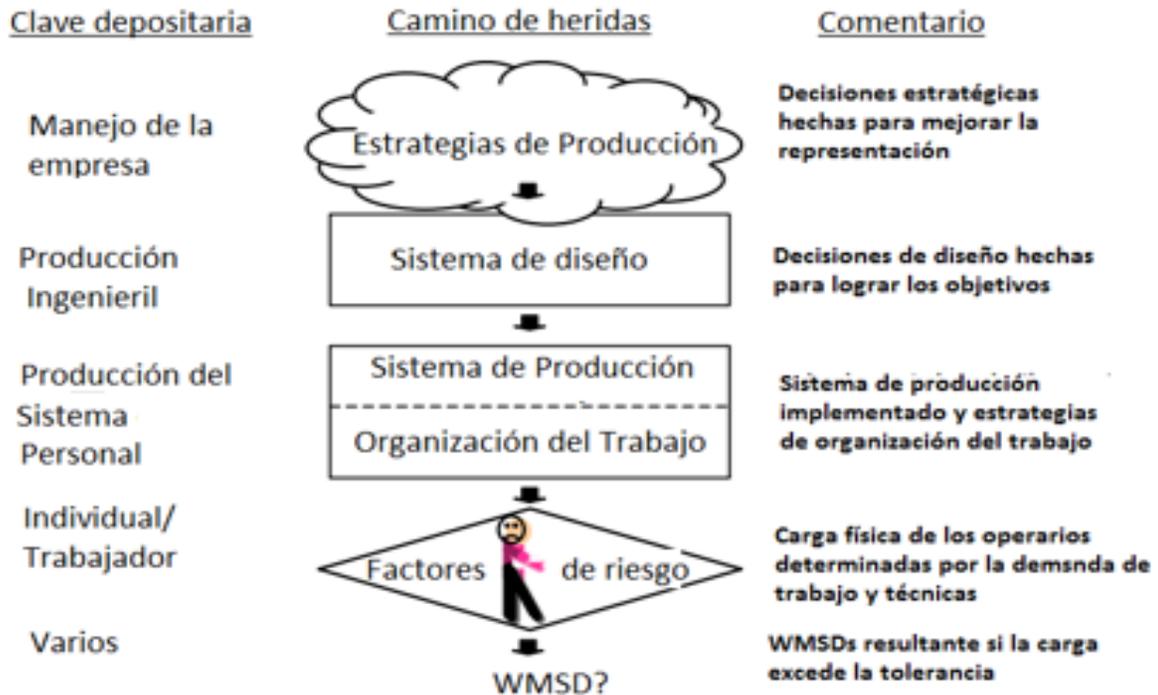
- Diseño del producto: especifica la tarea de montaje, define los componentes, variantes y conexiones.
- Restricciones del proyecto: se establecen, incluyendo la localización física, el calendario del proyecto, y el nivel de inversión especificado en la creación de restricciones básicas para el diseño.
- Sistema de Logística: se especifica (en los casos por separado de diseño del sistema) e incluye enfoques de suministro de materiales.
- Estrategia de Producción: se elige para especificar una estrategia específica en el flujo básico.
- Organización del puesto de trabajo: se establece la alimentación material y el flujo del producto de apoyo y el manejo de ayudas de materiales diseñados si se considera necesario.
- Sistema de organización del trabajo: es elegido por el equipo de gestión de la producción como un enfoque para hacer funcionar el sistema técnico dado.

Este proceso de diseño puede ser pensado como cíclico con la dinámica iterativa y paralela y las posibles interacciones entre las decisiones clave de diseño (Drury, 2000). Las decisiones tomadas en cada uno de estos "niveles" pueden afectar a la ergonomía. El diseño del producto, juega un

---

papel fundamental en la definición de la tarea de montaje (Sundin and Larsson, 2004; Megan, 2008). Tendencias recientes en la ingeniería concurrente intentan explotar la ejecución paralela de diseño de producto y proceso de producción (Luczak, 2000; Badham et al., 2000; Lin et al., 2001). Esto produce el potencial para mejorar la ergonomía mejorando el diseño del producto en sí nombrado como "Diseño para el montaje" (DFA *en sus siglas en inglés*) o "Diseño para la fabricación" (DFM *en sus siglas en inglés*). Algunos autores Neumann et al., (2000) plantean que los equipos de diseño de los productos son a menudo distantes de las operaciones de producción, tanto en tiempo y ubicación geográfica, en algún momento. Si se reconocen las dificultades de montaje una vez que ha comenzado la producción puede ser muy caro para cambiar el diseño del producto. Los equipos de diseño de productos pueden tener un impacto sustancial en la ergonomía del operador.

La ergonomía es tomada en cuenta demasiado tarde en el proceso de diseño para modificar o realizar los cambios más simples en el esquema. Si no se intentan coordinar las decisiones hechas por los variados grupos de diseño entonces será improbable que resulte la optimización global de los sistemas. Este problema de desintegración podrá agravarse por las percepciones de algunos grupos en los que la ergonomía no es de su dominio y de esta manera no necesitan atenderla en su trabajo de diseño. Existe por tanto una necesidad de herramientas y procesos que puedan soportar una consideración integrada en el diseño que dirigen para obtener soluciones globales óptimas. Mientras los factores de riesgo relacionados con desórdenes músculo-esqueléticos (WMSDs *en sus siglas en inglés*) han sido estudiados (Buckle and Devereaux, 1999; Hagberg et al., 1995), no se tiene total claridad de cómo las decisiones del sistema de producción pueden ser una amenaza potencial de lesiones. En la Figura No. 2 se presenta un marco teórico en el cual se exponen las operaciones de riesgo como resultado del diseño del sistema de producción y la organización del trabajo. La presión de incrementar la productividad del trabajo incrementando la densidad del tiempo de trabajo puede resultar en la eliminación de la necesidad de períodos de recuperación y descanso de los trabajadores acumulando carga. La mejora del diseño de los puestos de trabajo, y la consecuente reducción de la carga crítica, actualmente facilita el incremento de la densidad de tiempo de trabajo y de ese modo se disminuye el riesgo de heridas. Esto ha sido llamado "dificultades ergonómicas" (Westgaard and Winkel, 1996). Especialistas (Neumann et al., 2002) muestran las relaciones entre las decisiones del diseño del sistema de producción, las técnicas resultantes y la representación ergonómica del sistema implantado. Las dimensiones claves de



**Figura No. 2. Marco teórico para la investigación del diseño relacionado con los recursos y factores que incrementan el riesgo en el trabajo relacionado con desórdenes músculo-esqueléticos (WMSDs) en el sistema de producción. Fuente: Neumann et al. (2002).**

la carga, tanto como la duración total de la carga experimentada por el operador (Winkel and Mathiassen, 1994). Para esta cadena de incremento casual del riesgo de heridas es necesario desarrollar efectivas estrategias de intervención. Si la fuente primaria de los factores de riesgo está en el uso de estrategias de producción usadas cuando se diseñaba el sistema, entonces es improbable que posteriormente se reactive con efectos de mejora que tengan un impacto sustancial. Las cualidades ergonómicas en los sistemas de producción son determinadas por gerentes e ingenieros quienes escogen y después implementan estrategias de manufactura particulares (Neumann et al., 2002). El posicionamiento del diseño del puesto de trabajo es un subsistema de decisiones, por ejemplo, ha sido notado un potencial problema. Varios autores (Johansson et al., 1993) sugirieron: “... *no prestar suficiente atención a los problemas de recursos humanos hasta que luego la tecnología ha sido seleccionada e implementada creando riesgos de problemas, es tan grave que la inversión de capital en nueva tecnología puede ser totalmente no válido*”. Los diseñadores deberían darse cuenta que las consecuencias ergonómicas de las estrategias de automatización dependen de la naturaleza del trabajo que haya sido automatizado, así como tareas de trabajo continúan para el operador.

---

La estrategia de organización del trabajo puede ser utilizada para incrementar la variedad de tareas, y así distribuir el trabajo a través de mayores grupos corporales. Integrando la consideración de las tecnologías del sistema de producción y la interfaz del operador es necesario lograr un diseño óptimo (Bubb, 2003).

La competitividad es crucial para el bienestar actual y futuro de las empresas. Por eso seguir el desarrollo dentro de la tecnología de producción y otros relacionados con la productividad es una tarea importante para cada directivo. El principal problema es minimizar el tiempo de trabajo de las operaciones que no genera valor. Según Neumann and Winkel (2006) durante la última década, ha existido un aumento de los informes de problemas de salud. Los trastornos y las enfermedades dan lugar a costos relacionados con la pérdida de competencia, déficit de producción y calidad, así como la contratación y formación de personal nuevo. Esto ha llevado a un mayor enfoque sobre ergonomía y otros ambientes de factores de crecimiento. El concepto de que las decisiones estratégicas sobre la producción tienen implicaciones para el ambiente de trabajo está consiguiendo mayor apoyo (García & Real, 2005).

En varios estudios, el Instituto Nacional para la Vida Laboral en el Trabajo con Volvo Powertrain (Neumann, 2004; Neumann and Winkel, 2005) han investigado o cómo la ergonomía puede y debe integrarse en un trabajo de desarrollo diario de la empresa. Así, la producción y la ergonomía pueden combinarse para desarrollar un *sistema de producción sostenible*.

Todo producto lleva implícito para su fabricación el seguimiento de un sistema de producción que influye directamente en la productividad y la ergonomía lo cual se ha demostrado en investigaciones realizadas por diferentes autores. Actualmente se abren nuevas oportunidades para estas disciplinas mediante el enfoque de sistemas socio-técnicos.

#### **1.4 El impacto de los sistemas sociotécnicos en la intervención ergonómica**

El enfoque de los sistemas socio-técnicos ofrece perspectivas intrigantes y potencialmente valiosas sobre los problemas de trabajo seguro. Aunque el pensamiento formal de los sistemas socio-técnicos se originó en los años cincuenta, su aplicación al diseño de entorno de trabajo sostenible y seguro no se ha desarrollado plenamente. Varias disciplinas técnicas han contribuido a una disminución sustancial de las lesiones y muertes de los trabajadores, pero, por otra parte, la creciente complejidad socio-técnica de los ambientes de trabajo contemporáneos sugiere que las interacciones imprevistas e inadaptadas entre los aspectos técnicos-organizativos y los

---

componentes del sistema, se harán más comunes (Carayon et al., 2015; Dekker, 2015; Leveson, 2012; Wilson, 2014).

En su artículo, Carayon et al., (2015). definen un sistema sociotécnico como "*la combinación sinérgica de los seres humanos, máquinas, entornos, actividades de trabajo y estructuras y procesos organizativos que comprenden una determinada empresa*". También Mumford (2006) define que además un sistema sociotécnico comprende dos subgrupos interrelacionados: Sistemas: (1) un subsistema tecnológico, incluyendo herramientas (hardware, software), técnicas y procesos de trabajo y (2) el social u organizativo, incluyendo individuos y equipos, junto con la estructura correspondiente que permite coordinación y control.

Desde la perspectiva socio-técnica, la seguridad no se puede incluir con exactitud en determinados productos o dentro de uno o más de los componentes sociales y/o técnicos de un sistema. Más bien su presencia o ausencia es una función de (es decir, emerge de) las propiedades interactivas y actividades de sus componentes. Dada la naturaleza frecuentemente dinámica de los componentes del sistema socio-técnico y sus interacciones, la seguridad tampoco se puede decir que sea una propiedad constante o permanente de un sistema (es decir, una vez que se ha logrado, se logra de una vez por todas). En cambio, el pensamiento de sistemas socio-técnicos propone un enfoque deliberadamente holístico que aborda las influencias técnicas sobre la dinámica general del sistema y las propiedades emergentes del sistema, como la seguridad (Emery & Trist, 1978)

Hay muchas áreas compartidas que enfatizan la macroergonomía y la integración de sistemas humanos. Uno de estos implica el concepto de optimización de sistemas (frente a la maximización de componentes del subsistema) (Hendrick, 1986). En macroergonomía, se persigue la *optimización conjunta* de un sistema socio-técnico y subsistemas sociales/organizacionales. El impacto de asistir a un subsistema que no respete debidamente el otro, a menudo se traducirá en problemas de rendimiento del sistema, como cuando nuevas tecnologías y/o procesos de trabajo se introducen dentro de una organización sin suficiente formación, selección de personal y/o la entrada del usuario en su diseño, la selección o la ejecución (Love and Gunasekaran, 1997). En este caso, un "error humano" o de funcionamiento del sistema humano hará que con frecuencia surjan problemas como una función de la falta de correspondencia entre las tecnologías, el trabajo los procesos y las características individuales de la organización/rendimiento, capacidades y limitaciones. En los casos en que los nuevos sistemas

---

técnicos afectan al rendimiento de equipos de trabajo o la colaboración entre organizaciones, los problemas resultantes pueden ser difíciles de predecir, por lo que a menudo tienden a surgir en situaciones extraordinarias y/o estresantes.

La importancia de la contabilidad adecuada de los factores técnicos y organizativos que mutuamente limitan la naturaleza de los procesos de trabajo es bien capturada por Kleiner et al., (2015). *"El concepto del sistema socio-técnico fue establecido para destacar la interrelación recíproca entre los seres humanos y máquinas y para fomentar el programa de forma que sean la técnica y las condiciones sociales de trabajar, de tal manera que la eficiencia y la humanidad no se contradicen entre sí por más tiempo"*.

El principio de optimización conjunta, se define operacionalmente como evitar la maximización de cualquier componente único del sistema socio-técnico que pone en peligro la optimización del sistema en su conjunto. Un hallazgo consistente y fundamental para la teoría socio-técnica, es que los elementos básicos del sistema socio-técnicos (por ejemplo, subsistemas) son mutuamente interdependientes. Si una característica se cambia de uno afectará a los otros de alguna manera. Por lo tanto, si uno cambia algún aspecto del subsistema de personal, tendrá un impacto en el rendimiento del subsistema técnico, la interacción del sistema con el trabajo externo, el medio ambiente, y la estructura y/o procesos del sistema de trabajo. Si estas influencias en otros elementos del sistema socio-técnico no se prevén y planifican los impactos es probable que sea disfuncional y afecten el sistema de trabajo de manera imprevista y sub-óptimas (Hendrick and Kleiner, 2001).

La macroergonomía y la integración de sistemas humanos adoptan una "ergonomía de sistemas". Guiado por tal perspectiva, se sugiere factible bajo cuatro condiciones: (1) cuando se desarrolla un nuevo sistema de trabajo, por ejemplo, cuando se está formando una nueva organización y/o una nueva tecnología compleja está en desarrollo; (2) cuando un importante cambio a un sistema de trabajo existente ha de tener lugar; (3) cuando se produce un cambio importante en el objetivo, el alcance o la dirección de una organización o sistema técnico; y (4) cuando la organización o sistema técnico tiene un desafío crónico costoso que no ha probado ser corregible con un esfuerzo puramente macroergonómico, o por medio de otras estrategias de intervención (Kleiner and Booher, 2003).

El objetivo final de la macroergonomía y los sistemas humanos integrados es un sistema de trabajo totalmente armonizado (por lo tanto, los niveles macro y microergonómicos) que se

---

traduce en una mayor productividad, satisfacción, aumento de la salud y la seguridad y el compromiso de los empleados. La clave del éxito de este esfuerzo es la descomposición de la disciplina que existe con frecuencia en el diseño del sistema y esfuerzos de desarrollo. En pocas palabras, el diseño de los componentes críticos del sistema o subsistemas en relativo aislamiento entre sí puede dar lugar a situaciones en las que la optimización de articulación sea difícil, si no imposible de alcanzar (Kleiner, 1999; Ho and Duffy, 2010).

Todo esto ayudará en la fabricación de productos que se usan diariamente. Esta interacción, por simple o compleja que sea, debe satisfacer las expectativas y necesidades de los usuarios de una manera segura, eficiente y placentera. A pesar de que este principio es básico, la interacción entre los seres humanos y el producto/máquina no siempre ocurre. Según Kleiner et al., (2005). la aplicación de principios ergonómicos y de conocimientos para el proceso de diseño ayuda a satisfacer las expectativas de estos usuarios, reducir el riesgo de fallos o fallas y el potencial de accidentes y contribuye para que el producto sea más fácilmente aceptable.

A partir de lo planteado por los diferentes autores se puede decir que la perspectiva sociotécnica tiene un impacto directo en la intervención ergonómica ya que el enfoque sociotécnico se orienta a la armonización de los sistemas sociales o interpersonales y a los sistemas técnicos que afectan a los individuos, para así obtener un mejor desempeño en las funciones, es decir sustenta que la organización es una mezcla de tecnología y hombre, una interacción constante entre ambos sistemas.

### **1.5 Sustentabilidad en la empresa desde una perspectiva ergonómica**

Desde hace varios años ha sido reconocida la necesidad de considerar los aspectos de diseño y gestión organizacional para aumentar el impacto de la aplicación de la Ergonomía en los sistemas de trabajo. Un sistema de trabajo está compuesto por el personal (operadores) que interactúa con el hardware o el software (por ejemplo, computadoras), con un ambiente físico interno (por ejemplo, iluminación, humedad), con subambientes (legal, político, tecnológico, cultural) y con el diseño organizacional, que incluye las estructuras, los procesos y los sistemas de gestión (Rodríguez Ruíz y Pérez Mergarejo, 2016).

La importancia de la sostenibilidad se ha desarrollado y difundido durante las últimas dos décadas, y no se puede ver separado de la Ergoecología puesto que es fundamental para su desarrollo. Es por eso que es primordial tratar sobre la *Ergonomía y la Sostenibilidad*. Abordando la ergonomía de los problemas globales Moray (2000) en su discurso, esperaba un mundo de

---

creciente población, escasez de agua, alimentos y energía, acompañada de una extensa contaminación. Describió el mundo de la ergonomía en ese momento a mediados de la década de 1990 como el mundo del capitalismo liberal occidental y centrado en gran medida en las preocupaciones de los países industrializados. También destacó la contribución de que la ergonomía podría aportar al desarrollo al abordar la «ergonomía global», lo que ahora podría denominarse desarrollo sostenible.

Zink (2005), en un documento presentado en el Congreso Trienal se refirió entonces a la responsabilidad social de las empresas como pilar clave del desarrollo sostenible, junto con el crecimiento económico y el equilibrio ecológico, lo que motivaría la atención de la organización a la salud y el bienestar de los trabajadores. Juzgando por las citas al papel, sin embargo, el reconocimiento de Zink de las oportunidades para la ergonomía del movimiento de la sostenibilidad ganó poca atracción en ese momento. Por otro lado, las declaraciones de la Cumbre de Río de 1992 sobre el desarrollo sostenible, abogaron por el tema ergonómico tanto micro y macroergonómico en beneficio del desarrollo sostenible.

La idea de la sostenibilidad se remonta a la silvicultura en la última Edad Media y está muy vinculado con la idea general de mantener las existencias de capital. En ese momento, el principio de un "rendimiento sostenible" evolucionó a partir de intereses económicos claros y crisis en la oferta de recursos, mostrando que la sostenibilidad no es exclusivamente normativa, sino en su origen un principio económico primario, anterior a la economía fiscal. Esto es similar al éxito económico a largo plazo de una empresa, ya que también está representado por enfoques de sostenibilidad y "responsabilidad social de las empresas" (Zink y Fischer, 2013).

Plantea Guimarães (Guimarães, 2012) que el término desarrollo sostenible fue usado por primera vez en el informe de la Brundtland Commission en 1987, titulado "Nuestro futuro común". Fue adoptado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo de Las Naciones Unidas (ONU) y hoy es la definición más ampliamente generalizada: *"El desarrollo sostenible es desarrollo que se responsabiliza por las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras para responsabilizarse por sus propias necesidades"*. La idea resulta del concepto de eco-desarrollo, se declaró en los años 70s por Maurice Strong e Ignacy Sachs, durante la primera Convención de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Estocolmo, 1972, que sirve de guía para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

---

La ergonomía y la sostenibilidad deberían ser una fácil combinación. Ambas se preocupan por mejorar el mundo para la gente viviendo en él, ambas a veces pueden tener que luchar por el espacio sobre las pretensiones de costo-eficiencia y sentido práctico de ingeniería, ambos en última instancia implican un cambio conductista por el diseño de equipamiento y de las organizaciones. Pero los buenos ejemplos de una contribución sintetizada de sostenibilidad y ergonomía son raros. Quizá, esto tiene que ver con el hecho que cada uno tiene un trabajo complicado para explicarse ellos mismos y sus beneficios, para compañías, las comunidades e incluso sociedades (recientemente se ha visto que los gobiernos y los diseñadores de políticas luchan para claramente definir "desarrollo sostenible"). Quizá, ¿es porque cada uno requiere un multifactorial, integral y enfoque de sistemas para tener éxito? O quizá es porque, al igual que con la seguridad y los factores humanos, cada uno se corresponde al otro como un subconjunto de sí mismo. Este punto es enfatizado por los autores mismos, previamente habiendo escogido hacer a la sostenibilidad medioambiental simplemente una de tantas contribuciones para un acercamiento racional de factores humanos para sistemas resistentes (Zink y Fischer, 2013). Sin embargo, por lo reciente de esta inclusión, los métodos para la evaluación ergonómica no exhiben particularidades que establezcan cómo realizar su medición a través de un conjunto de indicadores.

### **1.6 Los métodos para la evaluación ergonómica: principales características**

En el pasado, desde el punto de vista de la salud ocupacional, la intervención en los puestos de trabajo estaba limitada a una aproximación restaurativa, al tener su centro en brindar ayuda sólo después que la persona estaba enferma. Hoy la intervención toma una aproximación más preventiva, previendo enfermedades, promoviendo la salud, tanto física, psicológica y sociocultural de manera sostenible, a través de la puesta en práctica de programas de intervención ergonómica. Desde los inicios de la Ergonomía se realizaron (y siguen realizándose) continuos esfuerzos dirigidos a la elaboración de herramientas, procedimientos y metodologías que sirvan para conocer y valorar las condiciones de trabajo, elemento esencial del desarrollo ergonómico, lo que ha dado lugar a un gran número de métodos de evaluación. Existe una gran variedad de estos métodos, los cuales son clasificados por los especialistas: por su nivel de especificidad, en métodos específicos y generales; por su nivel de subjetividad, en objetivos y subjetivos y según su facilidad de uso, en simples o rápidos y laboriosos.

---

Entre todos los métodos que realizan una valoración de las condiciones de trabajo, se destacan por ser los más tradicionales y ampliamente utilizados, el Método LEST (Guélaud et al., 1978), el Método de los Perfiles de Puestos o también conocido como Método RENAULT (INSHT, 1976), el Método FAGOR (1987), el Método Ergonomic Workplace Analysis (EWA) (FIOH, 1989; Nogareda, 1995) y el Método ANACT (INSHT, 1991). Otros más recientes como el método MAPFRE y el ERIN (Rodríguez Ruíz et al., 2010) son más recientes y han sido clasificados como métodos subjetivos. Los estudios realizados por (Mejias Herrera, 2003) ya caracterizan muchos de estos métodos según la persona e instrumentos de recogida de datos que utiliza el método, el tiempo aproximado de observación, las escalas de valoración, los factores que analiza, las aplicaciones y finalmente, la participación de los trabajadores en cada uno de estos métodos. A su vez, estudios realizados por Real Pérez (2011) aportaban nuevos análisis dirigidos al uso y características de estos métodos.

Existen otros métodos y herramientas de gran importancia, no contemplados en la clasificación antes mencionada, por considerar en su evaluación del puesto otros elementos, tales como la evaluación a la exposición de factores de riesgo de Desórdenes Músculo-Esqueléticos (DME): RULA, REBA, NIOSH, OCRA, OWAS y la evaluación de los factores de riesgos psicosociales a los que se exponen los trabajadores: método ISTAS 21, método del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo de Barcelona AIP (Occhipinti y Colombini, 2010). Ellos se distinguen por la evaluación de la carga postural diferenciándose del resto en que no evalúan el resto de los factores ergonómicos.

Si bien la lista de métodos es larga, no es objetivo de este epígrafe relacionarlos ni tampoco establecer sus ventajas y desventajas ya mencionadas por las autoras cubanas en sus tesis doctorales. Sin embargo, resulta interesante detenerse en cuáles son las características que distinguen las intervenciones ergonómicas en el presente y que camino queda aún por transitar. En primer lugar, se ha incrementado la *participación* de los trabajadores. Ya no sólo participan en una etapa, paso o ítem del método o a través de la aplicación de una encuesta, sino que su participación se incrementa en diferentes etapas: desde que se establecen las demandas, en la evaluación ergonómica, en la concepción del diseño de la mejora, así como en la aprobación de prototipos.

En segundo lugar, se ha *diversificado* los *objetos* hacia los que se dirige la intervención ergonómica. Si antes era hacia elementos del ambiente laboral o, en cambio, centrado en el

---

puesto de trabajo (mesa y silla) producto de las dolencias músculo-esqueléticas; ahora las intervenciones ergonómicas se dirigen a cualquier medio de consumo. Lo anterior quiere decir que no solo atienden necesidades del puesto, sino también medios de trabajo como herramientas y otros como guantes, por poner un ejemplo. Además, se dirigen a objetos de uso común como instrumentos de aseo personal, productos electrodomésticos, equipos de oficina, entornos de descanso, laborales o domésticos. En fin no tiene fronteras buscando lograr no sólo optimizar el desempeño del trabajador y su comodidad sino también buscando la comodidad del usuario de manera general.

A partir de lo anterior, una tercera característica distintiva es que son muchos *más especialistas* lo que realizan intervenciones ergonómicas. Una figura que resalta es la del diseñador y se trata mucho en los últimos años de la integración necesaria entre ergonomistas y diseñadores (Mejias Herrera and Soares, 2014) al tener líneas de trabajo diferenciadas pero mismos objetivos. Por último, dos términos nuevos aparecen en esta nueva interface de la Ergonomía: *usabilidad* y *sostenibilidad*. La usabilidad es eficiencia, eficacia y satisfacción en los diseños. Es un atributo de calidad que se relaciona directamente con la ergonomía. Por otra parte, la sostenibilidad de la intervención y de los nuevos diseños ergonómicos hace que se trate desde el uso de materiales adecuados hasta que su costo no perjudique a empresarios y la propia sociedad.

### **1.7 Experiencias de intervenciones ergonómicas en empresas internacionales y cubanas**

Las experiencias que se documentan solo son una muestra del gran número de proyectos de intervención que se han diseñado y puestos en práctica en los pasados años. Sin pretender ser exhaustivos, ejemplifican varios de los temas tratados con anterioridad.

#### **Proyecto piloto para el estudio ergonómico de intervenciones en los entornos de manufactura** (Neumann et al., 2000)

Existen pruebas considerables de factores físicos y psicosociales del lugar de trabajo que causan trastornos músculo-esqueléticos. El cambio en las mediciones sigue resultando un desafío de las intervenciones metodológicas en muchos entornos. El ejemplo lleva a cabo un proyecto piloto de intervención ergonómica en una instalación de fabricación de espuma. Dos líneas de producción, de productos similares, se utilizaron para proporcionar intervención y el grupo de control en un diseño de estudio de intervención pre-post. El objetivo de este estudio es determinar si un programa participativo de ergonomía conduce a carga física en el cuerpo, mejora el ambiente

---

psicosocial, se reduce el dolor o fatiga y se mejora la productividad y/o calidad de la planta. Este proyecto también pretende examinar el proceso del cambio utilizado en la planta.

Se estableció el "Comité Directivo" consistente en el vicepresidente corporativo, gerente de planta, gerente jefe de salud y seguridad corporativa, y los principales investigadores, para garantizar la finalización del proyecto. Además de los miembros del Sindicato de Trabajadores que estuvieron representados por el representante de salud y seguridad local de la planta. Un "equipo local del cambio ergonómico" se formó, que incluyó a un trabajador de línea, un supervisor de línea, el representante de seguridad y salud de la planta, el gerente de producción de la planta, el gerente de recursos humanos, el gerente de mantenimiento. Un representante del equipo de investigación fue también miembro del equipo de cambio ergonómico. Un ingeniero de procesos de planta y el gerente del grupo de herramientas; todos han asistido a reuniones de preparación. Se espera que estas combinaciones de las partes interesadas resultarán tanto en una mejora, así como también en un cambio medible. El equipo local del cambio ergonómico recibió un curso introductorio de ergonomía. Se tuvo la oportunidad de revisar los principios básicos de ergonomía y los datos que se recogió durante el período de medición "pre". Se llevaron a cabo reuniones de turno para informar a la línea trabajadores acerca del proyecto y solicitar su participación en la realización de cuestionarios.

Se distribuyeron cuestionarios a ambas líneas para recopilar datos sobre los factores psicosociales como la satisfacción laboral, escalas de control de demanda y de influencia laboral, clasificaciones psicofísicas del esfuerzo, y síntomas de lesiones músculo-esqueléticas. Un segundo cuestionario fue administrado a todos los trabajadores 4 meses después que el equipo local ergonómico comenzó a implementar cambios, a fin de tener en cuenta los cambios en el volumen de producción durante el período de evaluación previo al cambio. Una vez que los cuestionarios estuvieron completos, se realizaron evaluaciones biomecánicas detalladas sobre 6 personas de cada línea. La carga de miembros superiores se midió utilizando electromiografía (EMG), recolectados bilateralmente, desde trapecio y muñeca. Para la musculatura extensora se utilizó un sistema de recogida nombrado (ME300OP, Mega Electronics C<sup>a</sup>).

Luego de una investigación rigurosa para evaluar la ergonomía se observó que los investigadores deben esperar los tiempos de iniciación al intentar acceder a instalaciones de producción. Las tasas de participación, en las evaluaciones de trabajo, puede plantear un desafío: tasas de participación intervención (80,2%) fueron significativamente mayor que en el grupo de "control

---

temporal" (60,9%). Los retrasos en la aplicación de los cambios ergonómicos son comunes y pueden inhibir la participación de los trabajadores. Se encontró que se deben implementar cambios visibles tempranos en un proyecto de intervención, para triunfar los investigadores deben estar preparados para la ausencia de control que tienen en un entorno de producción cambiante.

**Un caso de estudio que evalúa los impactos ergonómicos y productivos. Estrategias de automatización parcial en la industria electrónica** (Neumann et al., 2002)

Se presenta un estudio de caso que evalúa el impacto de la automatización parcial en las estrategias de productividad y la ergonomía en un sistema sueco de montaje de electrónica que produce convertidores AC/DC para estaciones de transmisión de telefonía móvil. El sistema existente utiliza conjuntos paralelos con una estrategia de producción de "batch-cart" en la que los operadores completan su operación de montaje para un lote de producto (entre  $4 \pm 160$  artículos) y luego transportan manualmente el lote colocado en una carretilla hasta la siguiente estación y obtienen un carro nuevo de producto "entrante". La empresa inició esta intervención para mejorar el rendimiento de la producción. Las nuevas estrategias incluyeron la automatización del montaje, funciones y adopción de un sistema de transporte automatizado basado en línea. El equipo de diseño de las empresas también fue encargado de sugerir soluciones organizativas en el trabajo, que conseguirían y mantendrían el personal motivado, los niveles de competencia de la fuerza de trabajo, y organizar la rotación de puestos para distribuir mejor las tareas con diferentes demandas biomecánicas entre los operadores. Se formaron dos grupos de proyectos el primero fue el grupo de diseño técnico centrado en la producción-automatización. El segundo, fue el grupo de organización del trabajo encargado de optimizar las labores relacionadas con la ergonomía y la distribución de tareas entre los operadores del nuevo sistema. Sólo un par de operadores de estación de trabajo estaba disponible para el análisis, aunque  $4 \pm 6$  sujetos estaban disponibles en el nuevo sistema y más de 100 están disponibles para los cuestionarios generales. La pequeña muestra utilizada permite sugerir tendencias, pero no hacer comparaciones estadísticas. Para escapar de los efectos de la variabilidad interindividual se han utilizado indicadores de nivel de producción y procedimientos de modelado biomecánico basados en antropometría estandarizada con el fin de obtener información sobre las consecuencias de los elementos de diseño estratégico. Los datos obtenidos de los registros informadores clave se combinaron con un análisis de video detallado, y datos de campo del sistema. Se observó el

---

nuevo sistema de líneas para tener un 51% más de volumen de producción con un 21% menos por producto y bajar los niveles de trabajo en proceso que el antiguo sistema de lote-carro. La automatización parcial de las operaciones de montaje redujo el trabajo total de ensamblaje repetitivo a nivel del sistema en un 34%. La automatización del transporte reduce el transporte de mano de obra en un 63%. La decisión estratégica de implementar el transporte aumentó la repetitividad del movimiento de los operadores en el montaje manual y las estaciones de trabajo. La elevación media del hombro en estas estaciones aumentó 30% y el promedio del hombro aumentó un 14%. Se concluye que las decisiones estratégicas de diseñadores y gestores en la fase de diseño del sistema de producción han impactado en las condiciones ergonómicas en el sistema resultante. Tanto la automatización del transporte como el montaje llevan a un aumento de la productividad, relacionados con el sistema de línea automática también aumentó las cargas mecánicas en los operadores y por lo tanto aumentó el riesgo de trastornos relacionados con el trabajo. Por lo que se sugiere integrar la ergonomía en el diseño del sistema de producción.

Los beneficios de las intervenciones fueron una mejora de las operaciones mediante la introducción de cambios sencillos y el conocimiento de ergonomía entre los miembros del equipo de cambio y los operadores. Se superó el escepticismo de la gerencia que la ergonomía haría a la planta menos competitiva (Tomba et al, 2013).

En Cuba se han realizado investigaciones que abordan el tema ergonómico, debido a que las incompatibilidades ergonómicas en la vida laboral están entre las primeras causas de disminución de los niveles de salud y la calidad de vida; se constituyen como agentes precursores, tanto de enfermedades profesionales, como de accidentes de trabajo.

### **Implementación de un proceso de intervención ergonómica en una imprenta Cubana (Rodríguez Ruíz y Pérez Mergarejo, 2011)**

El caso de estudio que se presenta a continuación fue desarrollado en el área de engomado de una imprenta, en la cual se realiza el plegado y engomado de los productos finales (estuches), siendo la última operación del proceso de impresión. La línea de producción está compuesta por tres máquinas ensambladas de forma secuencial: engomadora, embaladora y precintadora, las cuales son preparadas y monitoreadas por un trabajador denominado operario principal. La línea está conformada por 2 estaciones de trabajo: la estación 1 con un operario que alimenta la máquina con los estuches (abastecedor de estuches) y la estación 2 con un operario que retira los estuches de la máquina (envasador de estuches). El objetivo de este trabajo fue proponer un proceso de

---

intervención ergonómica para las empresas. El proceso consta de cinco actividades: (1) identificar problemas en el puesto de trabajo, (2) evaluación ergonómica de puestos de trabajo, (3) propuestas de intervención ergonómica, (4) evaluación de las propuestas y (5) implementación y seguimiento. Para la evaluación ergonómica de las estaciones de trabajo se aplicó el método: evaluación de riesgo individual (ERIN), el cual permite evaluar la exposición a factores de riesgo relacionados a los desórdenes músculo-esqueléticos (DMEs) de origen laboral. Como resultado final ERIN ofrece el nivel de exposición a factores de riesgo de DMEs, a partir del nivel de riesgo global calculado por la suma del riesgo de las siete variables incluidas, recomendando diferentes niveles de acción ergonómica. Para la estación de trabajo 1 el nivel de exposición a factores de riesgo fue medio, con un riesgo global de 19. Según el método ERIN en este puesto se debe realizar una investigación más profunda para determinar si es necesario realizar cambios. Para la estación de trabajo 2 el nivel riesgo fue muy alto, con un riesgo global de 41 y según el método ERIN, en esta estación de trabajo se requieren cambios inmediatos. Las propuestas de intervenciones ergonómicas fueron clasificadas en tres grupos: ingenieriles, administrativas y de comportamiento/personal. Aunque en la práctica es muy común encontrar una combinación de estas, esta clasificación esclarece el espectro de posibilidades a las cuales pueden estar dirigidas las mejoras. La efectividad del tipo de intervención dependerá de la situación concreta que sea analizada, pero por lo general las intervenciones de tipo ingenieril son las más recomendadas, ya que perduran y condicionan la adopción de nuevos y mejores métodos de trabajo. El caso de estudio es un ejemplo de lo expresado. Para evaluar las propuestas, en este trabajo se incorpora la simulación de procesos para mostrar los beneficios de propuestas de mejoras ergonómicas sobre procesos de producción. Los resultados obtenidos revelaron la utilidad del proceso de intervención ergonómica propuesto. A través del empleo del método de evaluación ergonómica ERIN, la simulación de la línea de producción y el análisis costo/beneficio se reflejó el impacto de las intervenciones ergonómicas implementadas, en cuanto a la disminución del riesgo de exposición, aumento de la productividad y viabilidad económica.

### **1.8 Los programas de intervención y la evaluación económica**

Las empresas industriales y los fabricantes deben ser competitivos ante nuevos desafíos en la industria. Mayor calidad, menor desperdicio y eficiencia son factores importantes para lograr el éxito en lograr una mayor eficiencia y el menor costo en sus procesos (Zare et al., 2015). Sin embargo, la mayoría de los enfoques de gestión de la calidad, los enfoques de métodos y las

---

herramientas para obtener ventajas con aspectos humanos han sido ignorados o se les ha brindados poca atención. Informes en la literatura han afirmado que, sin tener en cuenta el enfoque ergonómico, las disciplinas de gestión no lograrán sus objetivos. Sin embargo, los directivos consideran que la ergonomía es una herramienta útil para la prevención de lesiones y enfermedades y reconocen su potencial para mejorar la productividad, calidad y reducir costos. Esta concepción evita en las empresas errores en el pensamiento ergonómico dentro de sistemas de producción o sistemas de gestión de la calidad (Neumann and Dul, 2010). Aunque la mayoría de los fabricantes han establecido recientemente sistemas de producción como principales procedimientos, el papel de la ergonomía se ha visto más sobre cómo evitar los trastornos músculo-esqueléticos que como una herramienta para el desarrollo de la calidad. Según la literatura, los factores de riesgo ergonómico adversos no sólo influyen en el bienestar humano sino en el rendimiento humano, como el aumento de las tasas de rechazo y la disminución de la calidad del producto (Axelsson, 200). Las intervenciones ergonómicas *"pueden tener una mejor oportunidad de éxito centrándose en que ayudan a equilibrar el rendimiento de la producción y el bienestar, para avanzar hacia sistemas producción más sostenible"* (Westgaard & Winkel 1996). Además, la ergonomía debe demostrar explícitamente las ventajas de la intervención, costos y beneficios (Hendrick, 1996). Por otra parte, los cambios propuestos podrían percibirse como demasiado costosos (Vink et al., 2008). La medición de costos y beneficios son fundamentales para demostrar que estas intervenciones no son un costo para la empresa, sino un medio para obtener mejores resultados tanto para los trabajadores como para la empresa.

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Desde la perspectiva de la empresa, vale la pena emprender un proyecto cuando los análisis de la economía y las intervenciones ergonómicas resultan en valores netos positivos, las relaciones beneficio-costos mayores que 1, y períodos de reembolso relativamente cortos (Guimarães et al., 2012). Los costos de la ejecución de los programas pueden ser ergonómicamente divididos en dos:

- Los costos de las mejoras del entorno físico, estación de trabajo (introducción de asientos, mejora de la instalación y mantenimiento de equipos, etcétera)

- 
- Los costos del tiempo de permanencia en la identificación del problema, la propuesta de soluciones y la aplicación del nuevo ambiente alternativo, estación de trabajo y el trabajo de diseño, compuesto principalmente por el tiempo de las reuniones, y el costo de la formación (puede ser considerado nulo en algunas ocasiones, cuando el entrenamiento en el trabajo ocurre durante el proceso de intervención).

Se debe realizar un análisis de la efectividad de la intervención a pesar del nivel de incertidumbre en la estimación de los costos reales de accidentes, enfermedades y trastornos músculo-esqueléticos (teniendo en cuenta que los principales efectos son costos intangibles tales como la desesperación de la familia, el impacto psicológico en el trabajador, familia y colegas), se evaluarán en función del salario medio, incluyendo todos los impuestos y beneficios. Los costos de ausencia del trabajo relacionados con la asistencia médica y baja laboral por enfermedad y accidentes, antes de la intervención ergonómica se deben realizar en base a datos de la entidad en la que se trabaje.

Otros costos a tener en cuenta son los costos de ausencia del trabajo relacionados con trastornos músculo-esqueléticos, los costos de ausentismo y la rotación y los costos debido a las pérdidas de producción. Sin embargo, los relacionados con las ausencias del trabajo por trastornos músculo-esqueléticos son los que tenían el más alto nivel de gravedad del riesgo ergonómico (Roquelaure et al., 2002). Luego de esto se podrá presentar un resumen de los costos y el ahorro promovido por la intervención ergonómica. Los ahorros pueden ser divididos en tres grupos principales. El primer grupo está relacionado con problemas médicos, accidentes, enfermedades, que comprenden consultas médicas y trastornos músculo-esqueléticos. El segundo grupo se centra en cuestiones de motivación: ausentismo y la rotación. El tercer grupo contempla aspectos de producción y calidad: la productividad, retrocesos y el deterioro. Las experiencias prácticas permiten y facilitan comprender mejor las intervenciones y determinación de los costos asociados.

### **Conclusiones parciales**

Después de haber realizado el análisis bibliográfico de la literatura especializada del tema objeto de estudio se arriban a las conclusiones siguientes:

- La bibliografía consultada permitió conocer como la ergonomía ha evolucionado a través de los años, quedando demostrando su amplio grado de aplicación en diferentes campos y evidenciándose en estudios más recientes su aplicación no solo para lograr la optimización de

---

los sistemas hombre- máquina sino que integra además, aspectos sociales, económicos y medioambientales.

- Diferentes autores ponderan la importancia y necesidad de integrar la ergonomía con la sostenibilidad para aportar valor a las empresas, tanto en el ámbito de la responsabilidad ambiental como en el de la social, al constituir esta última un pilar clave para el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y el equilibrio ecológico, motivándose la atención de la organización por la salud y bienestar de sus trabajadores.
- La perspectiva sociotécnica se orienta a la armonización de los sistemas sociales o interpersonales con los técnicos, que afectan a los individuos para alcanzar un mejor desempeño en las funciones, sustentando que la organización es una mezcla de la tecnología y del hombre, a través de la constante interacción entre ambos sistemas. El siempre necesario pensamiento sistémico proporciona un conjunto de construcciones, objetivos y métodos para centrar los esfuerzos hacia la optimización conjunta de los componentes del sistema y sus interrelaciones.
- La ergonomía es una ciencia que no ha sido valorada como se merece. Sin embargo, los resultados positivos de la práctica ergonómica demuestran una vez más su importancia ante la salud humana. Los ergonomistas han demostrado en sus investigaciones mediante el uso de herramientas ergonómicas entre ellas la participativa, que se elimina en gran medida las dolencias músculo-esquelética en los operarios, se disminuye en más del 50 % las quejas de clientes por los productos con baja calidad y se aumentan los niveles de producción y la productividad.
- Las intervenciones ergonómicas demuestran ser eficaces y beneficiosas desde la perspectiva de la empresa, siendo un método certero para reducir los riesgos para la salud de los trabajadores presentes en los procesos productivos, además de contribuir al mejoramiento continuo de la calidad de las producciones y al incremento de la productividad, siendo estos hoy problemas que están presentes en el proceso productivo de la Empresa de Bujías “Neftalí Martínez”. Estos resultados son evidentes en la mayoría de las investigaciones realizadas, sin embargo en el marco de esta investigación no se encontró un procedimiento o tecnología que se adecuará completamente a las características del objeto de la investigación.

---

## **Capítulo II. Procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo**

### **Introducción**

El marco teórico y referencial de la presente tesis ha mostrado la amplia y actualizada bibliografía existente relacionada con la intervención ergonómica, la importancia que en la actualidad revisten los sistemas sociotécnicos y su particular papel en el alcance de la sostenibilidad de los diseños de sistemas de trabajo, procesos, productos y puestos de trabajo, en particular. Los procedimientos para la evaluación o intervención ergonómica, declarados hoy en la bibliografía, muestran la respuesta a las necesidades individuales de la industria y los servicios. Sin embargo, se precisa de un procedimiento general que permita evaluar indistintamente dichas necesidades, proporcionando la flexibilidad, la sistematicidad, el análisis sistémico y holístico para la intervención en disímiles situaciones, así como que se acompañe de un cuerpo de herramientas de ayuda para profundizar en la investigación. Para darle respuesta al problema de investigación planteado, en el presente capítulo se muestra un procedimiento para la evaluación ergonómica, con sus diferentes etapas, así como una explicación detallada de las mismas.

### **2.1 Concepciones teórico-metodológicas en las que se sustenta el procedimiento**

El objetivo general del procedimiento es evaluar ergonómicamente puestos de trabajo con una visión holística permitiendo diseñar, a su vez, mejoras que optimicen el desempeño humano y su calidad de vida laboral. Es necesario partir de que la investigación ergonómica no constituye una práctica exclusiva de ergónomos y especialistas en seguridad, es decir, puede ser aplicada por ingenieros, fisioterapeutas, médicos del trabajo, entre otros especialistas. Sin embargo, no es posible la actuación por instinto o por sentido común lo que hace preciso establecer algunas bases y premisas necesarias para su aplicación y actuación. Las principales *bases* necesarias para proceder a aplicar un procedimiento de evaluación ergonómica y, en particular el que se presenta, son:

- Necesidad de una intervención ergonómica a partir de demostrar las necesidades existentes en los puestos estudiados.
- Existencia de un compromiso de la máxima dirección y los diferentes niveles de la estructura jerárquica.
- Participación de todos los actores de la empresa y fuera de ella, estableciendo al empleado como

---

el máximo conocedor del trabajo en el puesto, siendo necesaria su presencia en la evaluación y propuestas de mejoras.

- Competencias del equipo de trabajo que se reflejan en la aplicación de conocimientos ergonómicos, habilidades para la observación y diagnóstico ergonómico, así como experiencias en intervenciones anteriores que permitan el diseño de mejoras.

Las principales *premisas* en las que se sustenta el procedimiento son:

- Enfoque holístico: al establecer, a partir de sus fases y etapas, una visión completa de todos los componentes de la empresa que interactúan con el puesto que se evalúa.
- Enfoque sistémico: al evitar algunas prácticas erróneas que son usuales, tales como: efectuar procesos de cambio con una orientación asistémica que se concentre en observar determinadas partes del sistema y aliviar los síntomas existentes.
- Proyección futura y efectividad en la gestión del funcionamiento del sistema: al definir adecuadas demandas y obtener los resultados esperados de acuerdo con el programa ergonómico proyectado.
- Autodesarrollo: al apoyarse en la capacidad de los actores de aprender y expandir el conocimiento a partir del pensamiento y el aprendizaje conjunto, así como garantizar la incorporación de consultores, no como los que provocan el cambio externamente, sino como especialistas que, de ser necesaria su presencia, se integran al equipo que produce el cambio, y ayudan a inducirlo con la transmisión de sus conocimientos.
- Carácter dialéctico: al expresar un proceso continuo de mejora.

La concepción del procedimiento tiene en cuenta varias *particularidades* que se proyectan desde su concepción y contribuyen a que sea factible su aplicación. Entre ellas se encuentran:

- Es posible su aplicación a cualquier puesto de trabajo de empresas manufactureras o de servicios porque los pasos establecidos a lo largo del procedimiento siguen un perfil de conductas y comportamientos que forman parte de las competencias necesarias que debe tener un especialista para su desempeño en esta disciplina.
- Su posibilidad de diagnóstico dirigido hacia diversos factores que limitan la optimización del desempeño y afectan la calidad de vida laboral involucrando a los distintos actores de la empresa.
- La facilidad que brinda de diseñar programas ergonómicos donde se expresen las propuestas de

---

mejoras y su factibilidad económica hasta llegar a demostrar la evaluación de la usabilidad, de ser posible.

## **2.2 Características del procedimiento para la evaluación ergonómica**

El procedimiento propuesto incluye tres fases con sus correspondientes etapas que de manera lógica establecen una actuación del equipo de trabajo y que soportado por procedimientos específicos ayudan a cumplir el objetivo trazado con el empleo del procedimiento. La Figura No. 3 muestra su representación gráfica con sus fases y etapas correspondientes.

### **Fase I. Definición de la(s) demanda (s) ergonómica(s)**

Objetivo: Captar la información necesaria para ir estableciendo los objetivos reales y modelando las acciones necesarias para la intervención posterior.

#### **Etapa 1. Seleccionar el puesto de trabajo**

La definición del puesto de trabajo o más de un puesto en el estudio depende de varios aspectos que serán comentados a continuación. En esta etapa se precisa definir el puesto a partir de establecer la justificación del por qué se realizará la aplicación del procedimiento; es decir, se debe precisar la necesidad de realizar el estudio, a partir de una problemática actual que ha observado la empresa y donde pueden actuar o no agentes externos a la organización, de la propia organización y del puesto, en particular. Elegir más de un puesto dependerá de la interacción que exista con el puesto clave donde se ha dirigido la atención, o en cambio, por existir situaciones negativas en más de un puesto. El equipo ergonómico a partir de consideraciones de la propia dirección, de las asambleas de producción y servicios, criterios formulados en reuniones sindicales y de la propia observación de miembros del equipo ergonómico, podrá establecer cuál será el puesto o puestos que estarán incluidos en la aplicación del procedimiento.

#### **Etapa 2. Determinar las demandas internas y externas**

El concepto de "demandas" es un punto de partida de dominio para el equipo ergonómico que debe ser manejado y explicado a los actores de la empresa. Es considerado como demandas los problemas que son identificados y que giran alrededor del puesto, influenciando en este, en sus resultados y determinando en el desempeño y calidad de vida laboral del trabajador. Al delimitar en esta etapa los problemas correspondientes al contexto estratégico, así como las demandas internas y externas que afectan el puesto de trabajo, es necesario precisar los efectos negativos presentes en los mismos.

Procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo

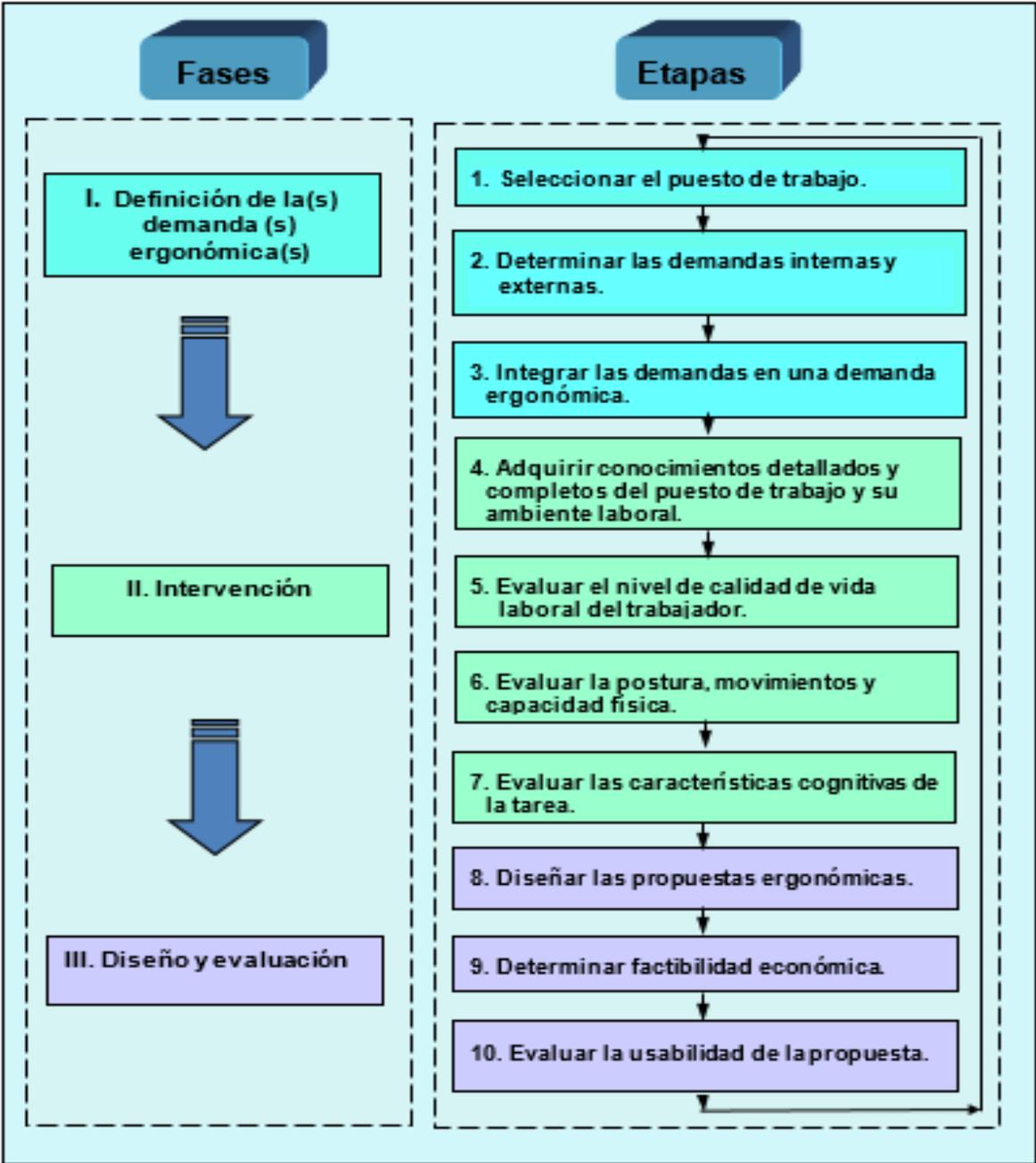


Figura No. 3. Procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Fuente: Elaboración propia a partir de Mejías Herrera (2003)

---

Dentro de algunos de estos efectos se pueden encontrar:

- baja productividad.
- deficiente calidad.
- incremento de las quejas de clientes.
- aumento de la accidentalidad y posibilidades de contraer enfermedades profesionales.
- elevado ausentismo y rotación de personal.
- tensiones y conflictos.
- daños medioambientales.

Constituye un error aplicar el procedimiento si no están presente las premisas, las bases comentadas y no tener claridad en las demandas existentes en el puesto de trabajo. Incluso, aun estando presente las principales bases y premisas que sustentan el procedimiento, es imprescindible “un período de adecuación” del procedimiento a la organización específica en que se aplica y, en particular, el programa ergonómico que se implantará posteriormente, para así conocer si con él se pueden lograr los objetivos proyectados. Si existe dificultad para elegir en qué puesto trabajar ya que existen varios con demandas latentes, es posible utilizar los métodos de ponderación que establece la decisión multicriterio de tipo discreta (Barba Romero, 1997), los cuales constituyen una herramienta efectiva cuando se está en presencia de gran complejidad en las decisiones que se deben tomar. Es importante escoger los puestos más críticos que por su prioridad merecen mayor atención y que al mostrar sus resultados en el transcurso de la aplicación del procedimiento, son una garantía para su extensión al resto de las áreas de la organización.

### **Etapa 3. Integrar las demandas en una demanda ergonómica**

Todas estas demandas que emergen se integran en una demanda ergonómica para que el equipo ergonómico no pierda la dirección correcta en su actuación, dirigiendo la atención a problemas secundarios (desde el punto de vista técnico) e irrelevantes (desde el punto de vista social) o inadecuados (desde el punto de vista estratégico). La integración de las demandas la caracteriza el enfoque sistémico e integral de los problemas externos e internos detectados que permite establecer la formulación de una demanda ergonómica que observe la problemática como un todo y no en una suma o lista de problemas de diversas índoles. Una o dos demandas ergonómicas son posibles de identificar en esta etapa de acuerdo a los enfoques comentados.

---

## **Fase II. Intervención**

**Objetivo:** Promover la acción o el cambio en el puesto de trabajo, objeto de estudio, partiendo de un diagnóstico adecuado a las características del puesto que posibilite un diseño del programa de intervención justo a la medida de los resultados del diagnóstico.

### **Etapa 4. Adquirir conocimientos detallados y completos del puesto de trabajo y su ambiente laboral**

Para relacionarse con el puesto de trabajo seleccionado es preciso conocer el área donde se encuentra el mismo y es imprescindible inicialmente ir adquiriendo conocimientos detallados del sistema trabajador - medios de producción - ambiente laboral que se va a estudiar. Mediante la observación, la investigación a través de entrevistas y la consulta de la documentación disponible, se conoce el proceso de trabajo y cada uno de los factores interrelacionados que constituirán la premisa de fondo para realizar cualquier estructuración del trabajo, del sistema, de su diseño, la seguridad, etcétera, y, sobre todo, para conseguir el objetivo de garantizar un correcto equilibrio entre todos sus componentes.

### **Etapa 5. Evaluar el nivel de calidad de vida laboral del trabajador**

Para ello se seleccionan las variables o factores de riesgos a analizar en el sistema o área objeto de estudio y que determinan en la calidad de vida laboral. En el Tabla No. 1 se ofrece una lista de posibles variables (Mejias Herrera, 2003) y en la Tabla No. 2 aparece una entrevista para evaluar el nivel de calidad de vida laboral y las expectativas del trabajador del puesto de trabajo. Estas preguntas en forma de encuesta han sido validadas y se le ha determinado su confiabilidad en tres empresas cubanas (Mejias Herrera, 2003). Sin embargo, se recomienda pertinente que cuando sea aplicada a una muestra representativa de una población de trabajadores se vuelva a determinar su validez y confiabilidad. El cumplimiento de esta etapa complementará los resultados obtenidos en la etapa anterior. Desde la etapa 1 hasta el desarrollo de la presente etapa 5 se considera que no debe ser obviada, es decir, omitida ninguna de las etapas del procedimiento al constituir la base para el conocimiento pleno de la actividad del puesto de trabajo.

### **Etapa 6. Evaluar la postura, movimientos y capacidad física**

En esta etapa el equipo ergonómico debe decidir si procede a su realización y ello dependerá del nivel de competencias del mismo. En ella se desea conocer si el trabajo que se realiza en el

**Tabla No. 1. Variables para medir la calidad de vida laboral**

<b>VARIABLES</b>
1. Aplicación óptima de las capacidades y conocimientos
2. Importancia del puesto
3. Autonomía del puesto
4. Comunicación
5. Relaciones interpersonales
6. Aceptación y estima
7. Posibilidades de promoción
8. Formación
9. Carga mental
10. Monotonía
11. Molestias
12. Participación a través de opiniones que le pide el superior
13. Posibilidades para tomar decisiones
14. Conocimiento de la opinión del jefe acerca de su trabajo
15. Reconocimiento del buen desempeño en el trabajo
16. Conformidad con el sistema de pago
17. Conformidad con el sistema de distribución de estimulación
18. Imagen de la empresa
19. Seguridad para permanecer en el puesto
20. Distribución de la jornada laboral y el descanso
21. Adecuación y calidad de los instrumentos de trabajo y medios de protección necesarios en el área

**Fuente: Mejías Herrera, 2003**

puesto puede ocasionar dolor, lesiones o poco confort en el trabajador y si la actividad compromete con posibles daños al cuerpo humano. Por ello, mediante técnicas conocidas debe estudiar la postura, los movimientos de las extremidades (superiores e inferiores) y si es preciso, establecer la correspondencia entre el gasto energético de la actividad y la capacidad de trabajo físico del trabajador. Los resultados deben ser complementados con análisis documental de causas de ausencias, certificados médicos, causas de movimientos o rotaciones del personal en el área donde se encuentra el puesto.

**Tabla No. 2. Entrevista para medir la calidad de vida laboral**

Indique con una cruz (X) en la escala del 1 al 7 el estado de satisfacción con los aspectos que se muestran, siendo 1 el estado más bajo de satisfacción y 7 el estado más alto. Seguidamente, refleje el estado deseado en cada uno de los aspectos, señalando con un asterisco (*) el lugar que considera debiera encontrarse su nivel de satisfacción.							
Aspectos	1	2	3	4	5	6	7
1. Su salario							
2. Los estímulos materiales y morales que recibe por su buen desempeño.							
3. Condiciones de trabajo en general.							
4. Perspectiva para ser promovido a otro puesto.							
5. Oportunidades para su desarrollo profesional.							
6. Seguridad para permanecer en el puesto.							
7. Satisfacciones que recibe del trabajo.							
8. Relaciones con sus compañeros.							
9. Relaciones con su Jefe inmediato.							
10. Relaciones con sus superiores.							
11. El hecho de ser consultado cuando se toman decisiones.							
12. La cantidad de influencia y poder que usted tiene.							
13. La variedad de su trabajo.							
14. Las comunicaciones para mantenerlo informado.							
15. La calidad del equipamiento con que usted cuenta para su trabajo.							
16. La imagen externa de su institución.							
17. La calidad de la dirección.							
18. La cantidad de responsabilidades que posee.							
19. El reconocimiento y estimación de sus compañeros.							
20. El reconocimiento de sus jefes por el buen trabajo realizado.							
21. La libertad que posee en su equipo de trabajo para organizar las tareas según sus decisiones.							

**Etapa 7. Evaluar las características cognitivas de la tarea**

Igualmente, esta etapa no es de obligatorio cumplimiento. Si las características identificadas hasta este momento en el estudio del puesto muestran que las tecnologías empleadas en el ambiente de trabajo imponen un incremento de las demandas cognitivas sobre los trabajadores muy por encima de las demandas físicas, entonces es preciso desplegar un estudio que indague en causas y

---

efectos no deseados. El estudio debe definir la *carga impuesta* determinada por la carga de la tarea (las demandas, las exigencias o el control impuesto, el tiempo, la presión y la complejidad), las condiciones ambientales y las condiciones organizativas y, por otra parte, definir las características del trabajador (las habilidades, las actitudes, las conductas y comportamientos). El resultado de esta interacción se concretará en un determinado nivel de carga (recursos movilizados por la persona), que puede ser adecuado, o inadecuado por exceso (sobrecarga) o por defecto (infracarga). Para desarrollar esta etapa se propone seguir el procedimiento siguiente:

### ***Paso 1. Definir la carga impuesta***

Los resultados de la etapa 4 y 5 son útiles aquí ya que el equipo ergonómico debe ir detectando el tipo de carga que imponen en los empleados los aspectos del ambiente laboral (ruido, iluminación, microclima, entre otros) y los efectos del nivel de calidad de vida laboral existente en la actualidad.

### ***Paso 2. Caracterizar los requerimientos de las tareas***

Deben delimitarse y evaluarse el nivel de las demandas, exigencias, el control impuesto por la tarea, el tiempo que impone la misma, la presión que ejerce y el nivel de complejidad que implica. Para ello, se debe describir cada una de las tareas en término de tiempo que requiere para su desarrollo, complejidad, incertidumbre que genera y los requerimientos del desempeño que exige. Para poder obtener los anteriores elementos se precisa la observación y el estudio minucioso de cada uno de los elementos que componen la tarea haciendo uso de las técnicas del estudio del trabajo esencialmente que permitan concluir el tipo de tarea que se lleva a cabo y la carga que impone.

### ***Paso 3. Planeación de la evaluación psicofisiológica***

Se hace necesario en este paso seleccionar las técnicas para la evaluación psicofisiológica. Usual es la medición a través de los indicadores para la evaluación psicofisiológica (fisiológicos, psicofisiológicos y psicológicos e incluye además los indicadores del desempeño) y su momento de medición durante el desarrollo de la tarea, resulta igualmente importante establecer.

También los cuestionarios para evaluar la carga mental se encuentran validados a nivel internacional y son útiles para complementar los estudios. Se adoptará en el presente trabajo una metodología danesa que ha sido validada y adaptada en España y posee tres versiones: una larga diseñada para la investigación, una media diseñada para evaluar riesgos en medianas y grandes

---

empresas; y otra corta, diseñada para iniciar la evaluación de riesgos en empresas pequeñas y que también se puede utilizar esta versión corta para valorar, individualmente, la exposición psicosocial en cualquier puesto de trabajo (NTP 603; NTP 604). Su denominación con las siglas CoPsoQ (Cuestionario de Evaluación de Riesgos Psicosociales en el Trabajo) es la versión española del cuestionario antes mencionado que se identifica con las siglas PSQ CAT21 COPSQ en su versión original. El cuestionario adoptado por este procedimiento y el modo de proceder para analizar los resultados se observa en el Anexo No 1. Concluido este último paso y el desarrollo de la etapa correspondiente, el equipo ergonómico debe establecer con un enfoque sistémico u holístico las principales situaciones negativas que están dando origen a la demanda ergonómica y que exigen el desarrollo de transformaciones positivas.

### **Fase III. Diseño y evaluación**

**Objetivo:** Desarrollar un programa de intervención ergonómica que permita la solución de la(s) demanda(s) ergonómica(s) proyectando la evaluación de los resultados implementados.

#### **Etapa 8. Diseñar las propuestas ergonómicas**

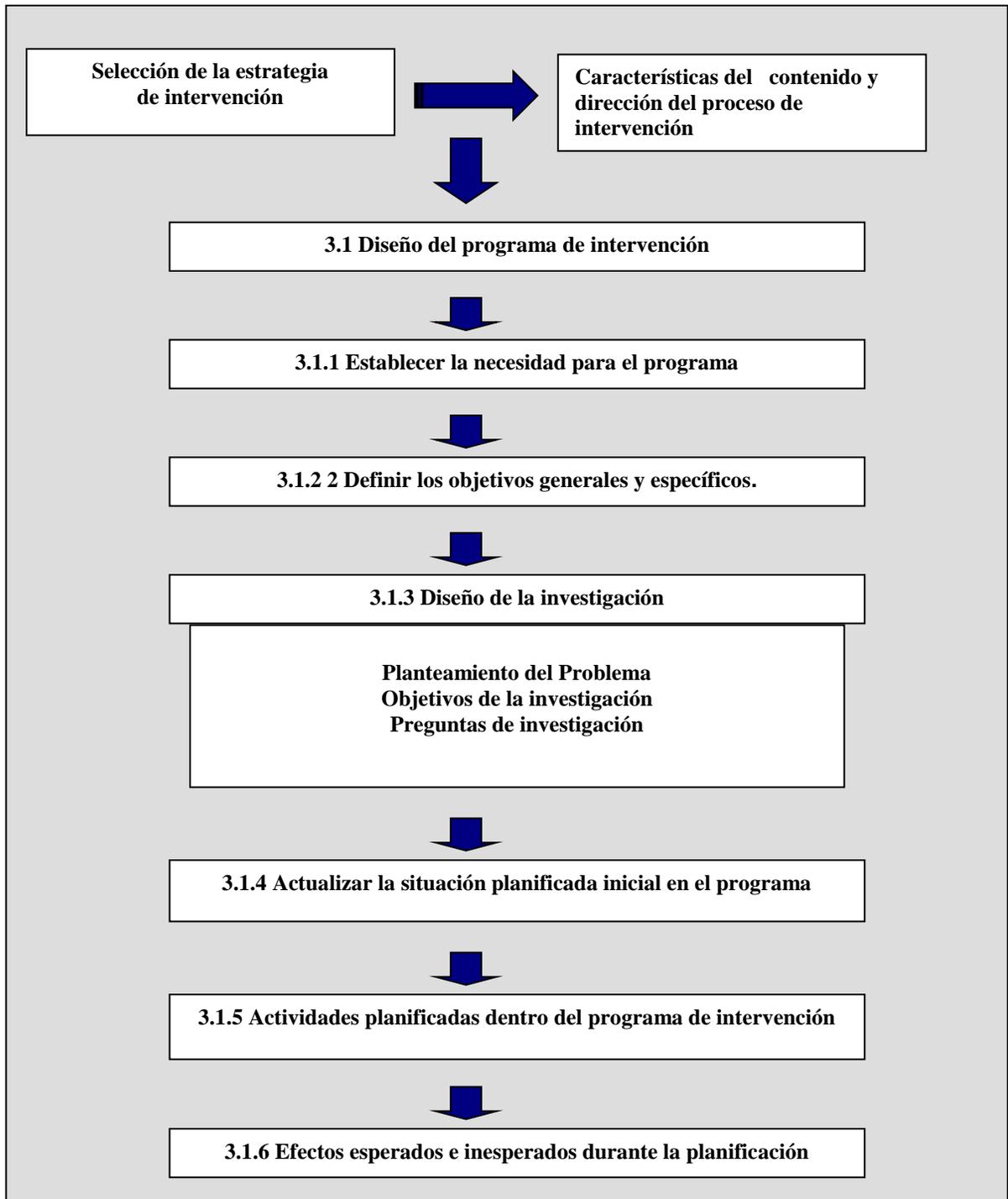
El programa ergonómico debe ser diseñado a partir de las propuestas documentadas por la bibliografía (Mejías Herrera, 2003; Mejías Herrera & Huaccho Huatuco, 2010) que establecen los elementos indispensables que no deben estar ausentes dentro del programa. La Figura No.4 muestra los pasos para cumplimentar el diseño.

#### **Etapa 9. Determinar la factibilidad económica**

La factibilidad económica de las propuestas de diseño (ya sean organizativas, tecnológicas o de diseño del puesto de trabajo) que hayan sido desarrolladas en el programa de intervención deben ser calculadas buscando minimizar los costos para que su presentación sea aceptada por la empresa y los actores principales de ella.

#### **Etapa 10. Evaluar la usabilidad de la propuesta**

La bibliografía especializada hace innumerables propuestas para evaluar la usabilidad de los diseños adoptados. El cuestionario es una de estas propuestas el cual debe ser aplicado a partir del prototipo definido (si es para varios puestos la propuesta) o en cambio una vez que se ha asimilado el nuevo diseño. No obstante, las variables medidas son una guía para contribuir a satisfacer las necesidades de los empleados, así como no debe faltar la consulta y plena participación de los mismos. En la presente investigación, se sugiere como parte del



**Figura No. 4. Pasos para el diseño del programa de intervención. Fuente: (Mejias Herrera and Huaccho Huatuco, 2010)**

pre- experimento que contempla el programa de intervención, evaluar el nivel de percepción del cansancio y dolencias (instrumento que se propone y aplica en el Capítulo 3).

Concluida esta última fase y sus etapas correspondientes que han implicado evaluar tanto desde

---

el punto de vista económico como ergonómicamente las propuestas, es necesario que, transcurrido un plazo de tiempo establecido por el programa de intervención, se proceda a la retroalimentación haciendo uso de los mismos instrumentos propuestos en cada etapa. Los resultados del desempeño de los trabajadores se suman a esta evaluación para determinar los efectos positivos acontecidos. Para el caso particular de esta investigación, se le aplicará a cada uno de los trabajadores que labora en el puesto una vez que transcurra el tiempo establecido en el programa de intervención, las preguntas siguientes:

Marque el estado de satisfacción con el nuevo diseño (circule su respuesta).

1= No satisfecho

2= No estoy totalmente satisfecho

3= No tengo opinión

4= Algo satisfecho

5= Muy satisfecho

Concluida esta última fase y sus etapas correspondientes que han implicado evaluar tanto desde el punto de vista económico como ergonómicamente las propuestas, es necesario que, transcurrido un plazo de tiempo establecido por el programa de intervención, se proceda a la retroalimentación haciendo uso de los mismos instrumentos propuestos en cada etapa. Los resultados del desempeño de los trabajadores se suman a esta evaluación para determinar los efectos positivos acontecidos.

### **Conclusiones parciales**

- La concepción del procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo expresada en la definición de su objetivo general, el establecimiento de sus bases y premisas fundamentales, así como sus particularidades distintivas que la caracterizan, hacen que sea posible contar con un procedimiento sencillo, sin alto grado de complejidad, que permite determinar cuáles son las principales dificultades que aquejan a los puestos de trabajo objeto de estudio. Conjuntamente, evalúa dichas necesidades, proporcionando la flexibilidad, la sistematicidad, el análisis sistémico y holístico para la intervención en disímiles situaciones, acompañado de un cuerpo de herramientas de ayuda para profundizar en la investigación.
- La estructura del procedimiento en tres fases y diez etapas que parten de relacionarse con la actividad de los puestos, profundizar en los estudios ergonómicos, hasta llegar a emitir un análisis sistémico e integral de la situación existente que posibilite establecer un programa de

---

intervención ergonómica posibilitan delimitar atributos claves en el mismo que se corresponden con las exigencias actuales de elaborar procedimientos que den respuesta a satisfacer las necesidades de ergónomos, diseñadores e ingenieros para contar con una herramienta de trabajo.

- La aplicación de la matemática aplicada en diferentes momentos del procedimiento, así como la determinación de la factibilidad económica de la propuesta de intervención hacen que la interdisciplinariedad esté presente siendo una garantía de la toma de decisiones y de los resultados.

---

## **Capítulo III. Implementación del procedimiento para la evaluación ergonómica en puestos de trabajo en la Empresa de Bujías "Nefthalí Martínez"**

### **Introducción**

Tomando en consideración el enfoque dado al problema de investigación caracterizado en la introducción de esta tesis, se consideró pertinente orientar la comprobación práctica a través de la técnica de estudios de casos. El Capítulo II presentó cada una de las fases y etapas que guían el procedimiento para la evaluación ergonómica de puestos de trabajos y, seguidamente, en el presente Capítulo, se procederá a implementar el mismo, a partir de haber demostrado desde la introducción de la presente tesis la problemática existente y la necesidad de darle solución en la presente investigación. Su estructuración en forma de estudio de casos reporta en los mismos los resultados de cada una de las fases y etapas del procedimiento desarrolladas. Cuando no proceda desarrollar determinada etapa se brinda la justificación correspondiente.

### **3.1 Estudio de caso: Evaluación ergonómica del puesto de biselado**

Como se ha comentado con anterioridad, el objetivo general que se persigue en esta investigación al aplicar el procedimiento es evaluar ergonómicamente un puesto de trabajo o grupos de puestos vinculados entre sí al ser parte de un proceso o porque objetivos comunes de la empresa lo asocian entre sí. La evaluación ergonómica se realizará con una visión holística permitiendo realizar transformaciones positivas que optimicen el desempeño humano y su calidad de vida laboral. Antes de comenzar a aplicar el mismo se ha confirmado que las *bases* para su aplicación están garantizadas ya que:

- Existe la necesidad de realizar la intervención al conocerse las quejas de los trabajadores planteadas en activos sindicales, asambleas de producción y directamente a los directivos de la empresa, que demuestran la insatisfacción con el trabajo a desarrollar en el puesto al proporcionar este agotamiento por las horas de trabajo en malas condiciones laborales.
- Se ha logrado antes de iniciar dicha intervención el compromiso de la máxima dirección y de los niveles intermedios al estar conscientes de la problemática existente y la necesidad de darle solución.
- Se han comprometido a las personas vinculadas al puesto para que participen en el proceso de intervención: desde el jefe del taller, el jefe de brigada hasta los trabajadores que se

---

desempeñan en el mismo. El conocimiento que ellos proveerán durante el desarrollo de la intervención y sus valoraciones serán consideradas de primer orden para formular la propuesta final.

- El equipo de trabajo posee las competencias que exige la intervención que será realizada. Se compone de un especialista en ergonomía, un ingeniero industrial y dos estudiantes de ingeniería industrial, como participantes directos que poseen experiencias en aplicaciones anteriores. El resto de los integrantes del equipo de trabajo son los trabajadores vinculados al puesto que poseen los conocimientos necesarios acerca del mismo.

Seguidamente, aparece el desarrollo del caso con los resultados de cada una de las fases y etapas del procedimiento.

### **Fase I. Definición de la(s) demanda(s) ergonómica(s)**

Se procede a captar toda la información necesaria para ir conociendo las características del puesto de trabajo y poder establecer el objetivo real que dirigirá el estudio ergonómico e ir modelando las posibles transformaciones y las acciones necesarias para la intervención posterior.

#### **Etapas 1. Seleccionar el puesto de trabajo**

Para la investigación fue seleccionado el puesto de trabajo de biselado ubicado en el taller de maquinado de la empresa cuyo objeto social es el biselado de los componentes de los diferentes tipos de mangueras hidráulicas y neumáticas. La definición del puesto de trabajo viene dada por la necesidad de realizar el estudio, a partir de la problemática actual que se ha observado en la empresa y que se ha mencionado con anterioridad en la introducción. Los problemas que entraña el puesto se ha evidenciado en el efecto perjudicial que ha tenido sobre la salud de la trabajadora titular del mismo, la cual ha presentado en los dos años anteriores certificados médicos (el primero en el 2015 con una duración de 3 meses y, el segundo, en el 2016 con una duración de 10 meses) por padecer de sacrolumbagia traumática, bursitis y trauma de la rodilla.

#### **Etapas 2. Determinar las demandas internas y externas**

Si bien existen evidencias que demuestran la necesidad de realizar el estudio, el equipo de intervención se reunió para definir las demandas *externas* e *internas* existentes que permiten dar el punto de partida para el estudio científico y justificar la inversión que se pretende realizar en términos de recursos humanos, tiempo que se invierte y recursos materiales, de ser necesario. Se

---

han identificado como *demandas* existentes en el puesto que determinan en el desempeño y calidad de vida laboral de los trabajadores que lo ocupan, las siguientes:

Demandas Internas:

- Mal diseño de la silla (no permite mantener una buena postura).
- Mal diseño del puesto de trabajo (la altura del lugar de trabajo en relación con la silla no permite trabajar en la posición sentado de forma correcta).
- Incorrecta organización del puesto de trabajo (el espacio para colocar las tártaras es insuficiente).

Demandas Externas:

- Ruido por encima de los niveles admisibles (> 93 db) debido a la maquinaria existente, su desgaste y sus años de explotación.
- Deficiente ventilación ya que el diseño del taller no permite una adecuada circulación de aire en su interior. La ventilación la mayor parte del tiempo se obtiene de forma artificial a través de 1 ventilador para toda el área que incrementa el nivel de ruido.

Todo esto trae consigo la aparición de efectos negativos como son:

- Aumento del ausentismo debido a certificados médicos.
- Dolencias músculo-esqueléticas.
- Tensiones y conflictos

Las demandas presentadas anteriormente no han sido difíciles de detectar a partir de entrevistar a los principales directivos asociados al puesto que conocen de la problemática del mismo y lo mencionan como un puesto que tiene dificultades. Sólo han tenido que ser formuladas preguntas para identificar las mismas. Lo anterior deja explícito que se cumple el objetivo de esta etapa al escoger uno de los puestos más críticos que por su prioridad merecen mayor atención y que al mostrar sus resultados en el transcurso de la aplicación del procedimiento, son una garantía para su extensión al resto de las áreas de la empresa, de ser necesaria la intervención, pues el equipamiento existente en la misma es de la década de los años 60 y precisa su renovación.

### **Etapa 3. Integrar las demandas en una demanda ergonómica**

Todas estas demandas identificadas deben ser integradas en una demanda ergonómica para que el equipo ergonómico no pierda la dirección correcta en su actuación, dirigiendo la atención a problemas secundarios (desde el punto de vista técnico). La integración de las demandas debe ser

---

como recomienda esta etapa con un enfoque sistémico e integral de los problemas detectados que observe la problemática como un todo y no en una suma o lista de problemas de diversas índoles. Por ello, la demanda ergonómica identificada fue:

*“Inadecuado diseño y distribución espacial del puesto de trabajo de biselado que afecta los miembros superiores e inferiores en el desarrollo del trabajo”*

## **Fase II. Intervención**

Para promover la acción o el cambio en el puesto de trabajo de biselado, objeto de estudio, se partirá como bien establece el procedimiento, de un diagnóstico adecuado de las características del puesto que posibilite posteriormente un diseño del programa de intervención justo a la medida de los resultados del diagnóstico.

### **Etapa 4. Adquirir conocimientos detallados y completos del puesto de trabajo y su ambiente laboral**

Para conocer las características del puesto se han utilizado técnicas como la observación, la entrevista a los trabajadores y al jefe de brigada, así como a la dirección de capital humano de la empresa. Como resultado de esta etapa se logran conocer un conjunto de información que caracterizan al puesto. El Cuadro No. 1 refleja cada uno de los resultados obtenidos. Es necesario destacar que de manera general, los trabajadores que laboran en este puesto logran cumplir con el plan de piezas procesadas las cuales coinciden con las que le son entregadas de los tornos automáticos y la variación en las horas laboradas responde a esta necesidad. Las horas que esta operaria no labora en el torno se le ubica como auxiliar en otros puestos.

### **Etapa 5. Evaluar el nivel de calidad de vida laboral del trabajador**

En esta etapa se evalúa el nivel de calidad de vida laboral de los trabajadores que se desempeñan en el puesto de trabajo objeto de estudio al conocer de antemano que existen niveles de insatisfacción que generan demandas y, por tanto, es preciso conocer la opinión de los mismos. La evaluación precisa escoger las variables a evaluar y se han seleccionado las que aparecen en la Tabla No. 1 del Capítulo II al estar ellas validadas en estudios anteriores realizados en empresas de la provincia de Villa Clara y considerar que tanto ellas como su cuestionario (observar Tabla No. 2) se aplican íntegramente al caso que ocupa el presente estudio. Para la realización de esta etapa se les aplicó la encuesta a 4 trabajadores que han laborado en el puesto en el 2016 y 2017. Se han elegido estos trabajadores debido a que han existido irregularidades en la permanencia en el

**Cuadro 1. Resultados obtenidos en el estudio preliminar del puesto de trabajo de biselado**

<i>Elementos</i>	<i>Características</i>
<i>Equipamiento, cantidad de trabajadores y su agrupación. Número de equipos, grado de movilidad, tipo de trabajo y grado de especialización.</i>	<p>El equipamiento es un taladro.</p> <p>Agrupación individual ya que labora un solo trabajador.</p> <p>Puesto de equipo único ya que el obrero atiende un solo equipo. Es estacionario ya que el trabajo se realiza en un área definida y no se traslada ni el equipo ni los trabajadores excepto, límites muy estrechos.</p> <p>Puesto mecanizado ya que el trabajo principalmente lo realizan la máquina dirigida por el hombre y el trabajo auxiliar se realiza manualmente o con ayuda de mecanismos.</p> <p>Puesto universal ya que los equipos, los dispositivos y las herramientas pueden emplearse en gran variedad de operaciones.</p>
<i>Condiciones de trabajo.</i>	<p>Chequeo médico una vez al año.</p> <p>Condiciones sanitarias buenas, aunque puede mejorarse el abasto de agua en las horas más necesarias (almuerzo y salida del personal 4.00pm).</p> <p>Cuentan con medios de protección como son ropa y zapatos de protección, orejeras o taponos para ruido y faja lumbar.</p> <p>Reciben información sistemática para elevar su formación política y se mantienen informados de los principales acontecimientos nacionales e internacionales.</p> <p>Reciben capacitación como promedio 2 acciones al año que pueden ser seminarios o curso, con el objetivo de actualizar conocimientos en: interpretación de planos, principales problemas de calidad que pueden presentar las producciones, etcétera.</p>
<i>Condiciones ambientales.</i>	<p>Un estudio de <b>ruido</b> realizado por el Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (2012), demostró que la exposición al ruido al que se someten los trabajadores en el taller de tornos automáticos es severa y violatoria del límite máximo de seguridad auditiva.</p> <p>La <b>iluminación</b> del taller es aceptable al contar con ventanas que permiten el paso de la luz natural lo cual favorece los niveles de iluminación, y existen en las máquinas luces suplementarias.</p> <p>El diseño constructivo no permite una adecuada <b>circulación de aire</b> en su interior. La <b>ventilación</b> la mayor parte del tiempo se obtiene de forma artificial a través del ventilador para toda el área que incrementa el nivel de ruido.</p> <p><b>Régimen de trabajo y descanso</b> incluye una jornada laboral desde las 7:00 am hasta 4:00 pm de lunes a jueves y de 7:00 am hasta 3:30 pm los viernes, con un horario de almuerzo de 11:30M a 12:00 pm; el descanso es de 15 min en la sesión de la mañana. En el puesto labora un solo obrero que es sustituido por otro en caso de ausencia siempre teniendo en cuenta las necesidades del taller en general.</p>
<i>Organización del trabajo.</i>	<p>Existen errores en el método de trabajo debido a problemas que presenta en la concepción de su diseño. El estudio de aprovechamiento de la jornada reporta un aprovechamiento de 91 % y las causas de desaprovechamiento de la jornada laboral estuvieron dadas en un 5% por violación de la disciplina laboral (TIDO); conversaciones injustificadas, y un 4% por interrupciones por roturas casuales. El buen aprovechamiento en la jornada laboral está relacionado con la experiencia de la operaria y las habilidades que tiene en su desempeño. Resultados de los últimos 2 meses 2016 y primer trimestre 2017 muestran constante variabilidad de la relación piezas procesadas-horas laboradas lo cual pudiera estar dado por las molestias que ocasionan las condiciones anteriores que afectan la productividad del obrero.</p>

Meses Elementos	Noviembre 2016	Diciembre 2016	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017
Total de piezas procesadas	36917	24288	44035	63025	83162
Total de horas laboradas	67.5	40.5	68.5	109.5	126
Relación piezas procesadas-horas laboradas	546.918519	599.703704	642.846715	575.570776	660.01587

---

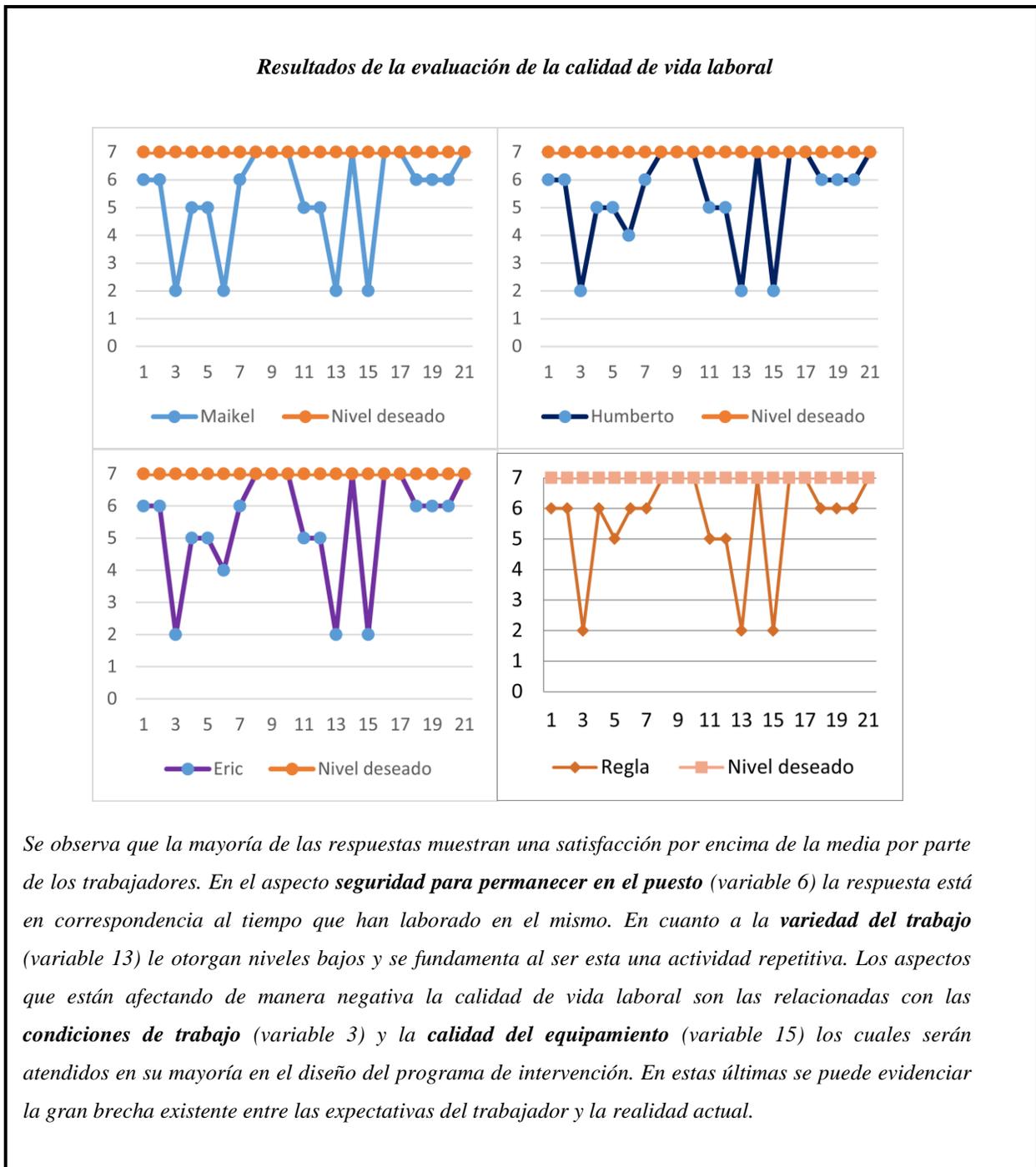
puesto por las enfermedades presentadas de la titular del mismo. En el Anexo No 2 se muestran los 4 cuestionarios aplicados, especificando el nivel actual en relación a cada una de las variables de la calidad de vida laboral y en el Cuadro No. 2 aparecen los resultados expuestos en gráficos y una valoración de los mismos.

### **Etapas 6. Evaluar la postura, movimientos y capacidad física**

Esta etapa, como bien se explica en el Capítulo II, se realiza si el equipo de trabajo considera que debe ser puesta en práctica. Por las características ya descritas relacionadas con el puesto, que lo identifican como un trabajo que implica trabajar en condiciones no idóneas para el obrero, se hace preciso estudiar más fondo el desempeño del trabajador en el mismo para conocer las dolencias y enfermedades que puede ocasionar tanto a corto como a mediano plazo. Un primer estudio fue realizar un Diagrama bimanual para representar el uso simétrico de las dos manos. El Anexo No 3 muestra la representación en el uso de ambas manos. Para dicha representación fue seleccionado la operaria titular del puesto y también fue filmada la actividad. Se pudo detectar que no existían diferencias distintivas entre el desempeño de los ocupantes del puesto ya que la forma y diseño del mismo no permite variaciones significativas. Como resultado se aprecia que la operaria no comienza la tarea con ambas manos al mismo tiempo por lo que sus movimientos no son simétricos.

El proceso de trabajo en el puesto de biselado (Cuadro No. 3) comienza cuando la operaria recoge del suelo las bandejas de piezas (28x18.5x13cm de longitud y su peso está entre 7 y 9.94 Kg) que ya han pasado por la operación de torneado y con las cuales debe trabajar. Para su mayor comodidad puede ubicar varias sobre la mesa en dependencia del operario, luego vierte la primera bandeja sobre otra bandeja (61.5x37x7.5cm) que se encuentra a la izquierda del taladro y coloca la primera bandeja a la derecha de este. Después se sienta y coge una pieza con la mano izquierda y procede a biselarlas con ayuda de la otra mano. Cuando termina de procesar una pieza la deposita en la bandeja de la derecha con la correspondiente mano y al mismo tiempo con la mano izquierda toma una nueva pieza para biselarla, cuando todas las piezas de la bandeja de la izquierda se encuentran procesadas y depositadas en la bandeja de la derecha se pone de pie y la pone en el suelo en espera que el técnico de calidad la lleve a la siguiente etapa en la línea productiva. De manera general, ningún elemento que conforma la actividad posee gran complejidad ni necesita de grandes requerimientos para su realización. Durante el proceso el jefe

**Cuadro 2. Evaluación del nivel de calidad de vida laboral de los trabajadores que laboran en el puesto de biselado**



**Cuadro 3. Resultados de la evaluación de la postura, movimientos y actividad física**

**Secuencia de actividades que se realizan en el puesto de biselado**



**Recogerla bandeja del suelo**

**Vierte las piezas**

**Bisela las piezas**

**Toma las piezas de la bandeja 1 y pone las biseladas en la 2**

**Pone la tártara en el suelo**

**Estudio de la postura y los movimientos del operario**

**Gasto Energético de la operaria titular**

Elementos de la operación	Tiempo de duración (seg)	Posición de trabajo	Clasificación del trabajo	Miembros Implicados	Tipo de movimiento	Tiempo de duración (seg)	No de veces	Duración Total (min.)	GE (kcal/min)	GET (kcal/min)
Tomar la bandeja del suelo	5.5	De pie-doblado	<b>Estático</b>	Miembros superiores e inferiores, tronco	Flexión- extensión Tensión de muñeca a hombro	10	40	6.67	7.706	51.40
Verter las piezas	7	De pie	<b>Estático</b>	Miembros superiores	Rotación de los miembros superiores	7	40	4.66	7.506	34.98
Tomar la pieza de la bandeja 1	2	Sentado	Dinámico	Miembros superiores	Rotación del tronco- movimientos de manipulación	3	3026	151.3	2.906	439.68
Biselar 1 pieza	2	Sentado	<b>Estático</b>	Muñeca y dedos	movimientos de manipulación	2	3026	100.87	3.706	373.82
Poner en la bandeja 2 la pieza biselada	1.5	Sentado	Dinámico	Miembros superiores	Rotación del tronco- movimientos de manipulación	2	3026	100.87	2.906	293.12
Bajar la bandeja al suelo	6.5	De pie-doblado	<b>Estático</b>	Miembros superiores e inferiores, tronco	Flexión- extensión	8	40	5.33	7.706	41.07
								<b>369.7</b>		<b>1234.07</b>

---

de taller verifica que el obrero este realizando su labor correctamente al realizar recorridos por el área.

Una vez realizado este estudio se decide profundizar más en cada uno de los elementos que integran la operación. Para ello, se divide la operación en elementos y son definidos la duración, la posición de trabajo, los miembros implicados, el tipo de movimiento y se clasifica, por último, el trabajo (observar Cuadro No. 3). Para delimitar las actividades se toma como base que la operaria bisela en un ciclo 3 piezas. El análisis de cada uno de los elementos de la actividad muestra que la postura sentada se mantiene la mayor parte del tiempo y cuando está parado el trabajador adopta posturas incorrectas al tener que recoger las bandejas del piso. A su vez, se detecta como el trabajo estático es el que más prevalece durante la actividad siendo los elementos de biselar y los de "tomar-dejar" los que más se repiten en la jornada. Se une a lo anterior, que los movimientos de rotación y manipulación de los dedos, muñeca y extremidades superiores también se desarrollan sistemáticamente durante su permanencia en la actividad resultando dañinos para el cuerpo humano y agravándose por su repetitividad. Es importante destacar que los miembros superiores permanecen en el aire durante el desarrollo de la actividad en el taladro. Algunos operarios que sustituyen a la titular, por falta de adecuación, se apoyan en los bordes de las tártaras. El estudio debe considerar la determinación del gasto energético de la operación al trabajar la operaria en determinados momentos de pie y cargando el peso de la bandeja. El Cuadro No. 3 también muestra los resultados de dicho estudio y los cálculos realizados de manera más detallada se muestran en el Anexo No 4. La operaria realiza un trabajo que requiere un gasto energético de 3.09 (kcal/min) que se corresponde a una clasificación de trabajo ligero (2,5-5,0 kcal/min). El estudio anterior establece que la operaria no está sometida a gran esfuerzo físico, sin embargo, se hace preciso seguir aplicando nuevos métodos de evaluación producto de la repetitividad, trabajo estático y posición de las extremidades superiores al trabajar.

Esto se hace ya que en muchas ocasiones la fatiga física está asociada no tanto a una gran actividad física como al mantenimiento de una postura forzada o invariante (Alonso Becerra, 2006) como se demostró. Por tanto, se elige el método ERIN (Evaluación del Riesgo Individual) (Rodríguez Ruíz y Guevara Velasco, 2011) entre los demás métodos existentes en la bibliografía ya que este evalúa la postura de las cuatro regiones corporales (*Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello*) y la interacción de éstas con su frecuencia de movimiento. Para ello, se utilizan figuras que representan las posturas de las regiones corporales evaluadas otorgándoles diferentes niveles de

---

riesgo, los cuales están descritos con palabras que facilitan la identificación de los rangos de movimiento. También se evalúa el *ritmo de trabajo*, que está dado por la interacción entre la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea; el *esfuerzo*, resultado de la interacción del esfuerzo percibido por el evaluador y su frecuencia y la *Autovaloración*, en la cual se le pregunta al sujeto su percepción sobre la tarea que realiza. El resultado de la suma de los diferentes elementos es 33 pudiéndose observar la valoración de este resultado en el Cuadro No. 4.

### **Etapa 7. Evaluar las características cognitivas de la tarea**

Aunque esta etapa no es de obligatorio cumplimiento si se debe considerar que a pesar de que las demandas cognitivas de la tarea no exigen complejidad y las exigencias y el control no son relevantes; existen condiciones ambientales y organizativas, ya expresadas, que hacen que sea preciso analizar la interacción entre dichas condiciones y la tarea. Para desarrollar esta etapa se siguen los pasos siguientes:

#### ***Paso 1. Definir la carga impuesta***

Los elementos de la tarea al interactuar con las condiciones ambientales hacen que el trabajo caracterizado por baja carga (infracarga) sea posible que resulten en todo lo contrario. Esto se explica ya que las inadecuadas condiciones organizativas en el puesto, caracterizadas en los estudios que antecedieron esta etapa, interactúan negativamente lo cual es corroborado en la etapa 5 donde los trabajadores refieren problemas en determinadas variables de la calidad de vida laboral tales como: poca variedad, condiciones de trabajo desfavorables y pocas oportunidades para dar opiniones en la toma de decisiones.

#### ***Paso 2. Caracterizar los requerimientos de las tareas***

Al no existir demandas cognitivas significativas en la tarea, este paso queda caracterizado con los estudios que delimitan los movimientos durante el desarrollo de la tarea imponiéndose una carga física conjugado con la carga mental impuesta por la repetitividad y el medio que hacen que se continúen en el resto de los pasos.

#### ***Paso 3. Planeación de la evaluación psicofisiológica***

Como se planteó en el capítulo anterior en esta parte se aplica el Cuestionario de evaluación de riesgos psicosociales en el trabajo, el cual es aplicado a la trabajadora titular del puesto por ser

Cuadro No. 4. Aplicación del Método ERIN

## ERIN: Evaluación del Riesgo Individual

Considere los pasos 1, 2 y 3 para las variables Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello; para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración el paso 4.

**Pasos:**

1. Observe al trabajador y seleccione la postura crítica para la región del cuerpo evaluada (Auxiliarse con las figuras y el texto).
2. Adicione el ajuste en caso que corresponda para obtener la Carga postural.
3. Determine el riesgo por variable dado por la interacción entre la Carga postural y el movimiento de la región del cuerpo; anótelos en la casilla correspondiente.
4. Determine el valor de riesgo para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración según se indica en cada tabla; anótelos en la casilla correspondiente.
5. Sume los valores de riesgo para obtener el **Riesgo Total**.
6. Determine el **Nivel de Riesgo** correspondiente.

**Tronco**

Carga postural	1 Flexión ligera o sentado con buen apoyo	2 Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	3 Flexión severa	Extensión
1	1	1	1	2
2	3	2	2	4
3	8	3	3	6
4	9	4	4	8

Ajuste: +1 si el Tronco está girado y/o inclinado

Carga postural	Movimiento del Tronco			
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos < 5 veces/min)	Frecuente (6-10 veces/min)	Muy frecuente (> 10 veces/min)
1	1	1	2	3
2	3	2	4	5
3	8	3	6	7
4	9	4	8	9

**Brazo**

Carga postural	1 Extensión ligera	2 Flexión ligera	3 Extensión severa	4 Flexión moderada	5 Flexión severa
1	1	1	1	2	3
2	4	2	2	5	7
3	5	3	3	6	8
4	9	4	4	9	9

Ajuste: +1 si el Brazo está separado del tronco (abducido)  
-1 si el peso del Brazo está apoyado

Carga postural	Movimiento del Brazo			
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)
1	1	1	2	3
2	4	2	5	7
3	5	3	6	8
4	9	4	9	9

**Muñeca**

Carga postural	1 Flexión o extensión ligera	2 Flexión o extensión severa	Ajuste	
1	1	1	Desviada +1 Girada +1	
2	2	2		
3	3	3		

Ajuste: +1 si la Muñeca está desviada o girada

Carga postural	Movimiento de la Muñeca		
	Poco frecuente (< 10 veces/min)	Frecuente (11-20 veces/min)	Muy frecuente (> 20 veces/min)
1	1	2	3
2	2	4	5
3	3	5	6

**Cuello**

Carga postural	1 Flexión Ligera	2 Flexión Severa	Extensión	
1	1	1	1	
2	4	2	2	
3	7	3	3	

Ajuste: +1 si el Cuello está girado y/o inclinado

Carga postural	Movimiento del Cuello		
	Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente
1	1	1	2
2	4	2	6
3	7	3	7

Niveles de Riesgo		
Riesgo Total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
7-14	Bajo	No son necesarios cambios
15-23	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
24-35	Alto	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
> 36	Muy Alto	Se requiere de cambios inmediatos

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Puesto de trabajo: \_\_\_\_\_  
 Trabajador: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

Fuente: Rodríguez, Y. y otros, 2013, ERIN: A practical tool for assessing work-related musculoskeletal disorders, Occupational Ergonomics, (11) 59-73

ERGO.YES  
www.ergoyes.com

**Ritmo**

Duración efectiva de la tarea en (horas)	Velocidad de trabajo				
	Muy lento (ritmo muy relajado)	Lento (lombándose su tiempo)	Normal (velocidad normal de movimiento)	Rápido (posible de soportar)	Muy Rápido (difícil o imposible de soportar)
< 2 h	1	1	1	4	5
2-4 h	1	2	2	5	6
4-8 h	2	3	3	6	7
> 8 h	2	4	5	7	7

Clasificación	Escala de Borg	Esfuerzo percibido	Frecuencia		
			< 5 por minuto	5-10 por minuto	> 10 por minuto
Liviano	0-2	Relajado (esfuerzo poco notorio)	1	2	6
Algo Pesado	3	Esfuerzo claro-perceptible	1	2	6
Pesado	4-5	Esfuerzo evidente-expresión facial sin cambios	3	7	8
Muy Pesado	6-7	Esfuerzo sustancial-cambios en la expresión facial	6	8	9
Casi Máximo	8-10	Uso de hombros y tronco para hacer esfuerzos	7	8	9

**Autovaloración**

Descripción	Riesgo
Nada estresante	1
Un poco estresante	2
Estresante	3
Muy estresante	4
Excesivamente estresante	5

9	+	8	+	5	+	2	+	6	+	1	+	2	=	33
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Se puede concluir que el nivel de riesgo para esta actividad es **alto** principalmente debido a los movimientos del tronco y las extremidades superiores por lo que se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo ya que esta influyendo sobre la salud del operario.

---

esta la obrera principal y estar trabajando a tiempo completo en la operación. El Cuadro No. 5 y No. 6 muestran los resultados de la encuesta y en el mismo Cuadro No. 6 la representación gráfica permite establecer las dos dimensiones psicosociales donde existen problemas: los relacionados con el trabajo activo y las posibilidades de desarrollo y los relacionados con la inseguridad. Aunque son sólo dos dimensiones las que resaltan en la evaluación psicosocial es necesario tenerlas en cuenta porque igual causan afectaciones al trabajador.

### **Análisis de los resultados obtenidos**

Desde el inicio del estudio se pudo apreciar las malas condiciones con que contaba el puesto de biselado ya que una simple observación permitió determinar que tanto el diseño de la silla como el de la mesa, así como la organización del puesto eran inadecuados para el desempeño del trabajador lo cual está afectando su salud. Las condiciones ambientales caracterizadas refuerzan la situación existente; por estas razones, se aplicó una encuesta para medir las percepciones que tienen los que se han desempeñado en el puesto acerca de la calidad de vida laboral la cual arrojó que precisamente las condiciones de trabajo son las que repercuten de manera más negativa en la misma. Sin embargo, el análisis ergonómico del trabajo fue profundizado para estudiar todo el movimiento de las extremidades del trabajador. Los resultados del Diagrama bimanual mostraron ineficiente uso de las manos y que existe una concepción inadecuada del método de trabajo. A su vez, el análisis de las posturas y movimientos demuestra que durante casi toda la actividad se mantienen posturas dañinas para el cuerpo humano con alta repetitividad. Estas condiciones fueron corroboradas por los trabajadores que han laborado en el puesto los cuales se han quejado de dolor en la espalda y las extremidades; a su vez esto pudo ser comprobado por el personal de Capital Humano con los certificados presentados por la trabajadora principal. Para finalizar se evalúan las características cognitivas de la tarea que permiten detectar que si bien no existe alta complejidad en la tarea; la repetitividad y la interacción entre las condiciones de trabajo y la organización del mismo provocan que en la evaluación psicosocial esté afectando la ausencia del trabajo activo y las posibilidades de desarrollo. Todo lo anterior hace que el puesto precise de una intervención en la menor brevedad de tiempo posible que mejore las condiciones laborales del obrero.

### **Fase III. Diseño y evaluación**

Se impone en esta etapa diseñar el programa de intervención haciendo uso de las recomendaciones que aparecen en el Capítulo II. Primeramente, se selecciona la estrategia de

**Cuadro No. 5. Evaluación de los riesgos psicosociales (CoPsoQ) en el puesto de biselado Apartado 3 Apoyo social y calidad de liderazgo**

**Apartado 1 Exigencias psicológicas**

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige una sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas.					
1-¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	2	1	0
2-¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	2	1	0
3-¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	1	2	3	4
4-¿Te cuesta olvidar los problemas del trabajo?	4	3	2	1	0
5-¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	1	0
6-¿Tu trabajo requiere que escondas tus emociones?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 1-6					4

**Apartado 2 Trabajo activo y posibilidades de desarrollo: influencia, desarrollo de habilidades, control sobre los tiempos**

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige una sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas.					
7-¿Tienes influencia sobre la cantidad de trabajo que se te asigna?	4	3	2	1	0
8-¿Se tiene en cuenta tu opinión cuando se te asignan las tareas?	4	3	2	1	0
9-¿Tienes influencia en el orden en que realizas las tareas?	4	3	2	1	0
10-¿Puedes decidir cuándo hacer un descanso?	4	3	2	1	0
11-¿Si tienes algún problema personal o familiar puedes dejar tu lugar de trabajo al menos una hora sin tener que pedir un permiso especial?	4	3	2	1	0
12-¿Tu trabajo requiere que tengas iniciativa?	4	3	2	1	0
13-¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	2	1	0
14-¿Te sientes comprometido con tu profesión?	4	3	2	1	0
15-¿Tienen sentido tus tareas?	4	3	2	1	0
16-¿Hablas con entusiasmo de tu empresa a otras personas?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 7-16					19

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Solo alguna vez	Nunca
Por favor, elige una sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas.					
En estos momentos ¿estás preocupado por...					
17-...lo difícil que sería encontrar otro empleo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0
18-...si te cambian las tareas contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
19-...si se varían el salario (que te lo actualicen, que te lo bajen, que te introduzcan el salario variable, que te paguen en especies, etc.)?	4	3	2	1	0
20-...si se cambian el horario (turnos, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 17-20					9

**Apartado 4 Inseguridad**

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Solo alguna vez	Nunca
Por favor, elige una sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas.					
21-¿Sabes exactamente que margen de autonomía tienes en tu trabajo?	4	3	2	1	0
22-¿Sabes exactamente que tareas son tu responsabilidad?	4	3	2	1	0
23-En tu empresa ¿se te informan con suficiente antelación de los cambios que pueden afectar tu futuro?	4	3	2	1	0
24-¿Recibes toda la información necesaria para hacer bien tu trabajo?	4	3	2	1	0
25-¿ Recibes ayuda y apoyo de tus compañeros o compañeras?	4	3	2	1	0
26-¿ Recibes ayuda y apoyo de tu supervisor inmediato?	4	3	2	1	0
27-¿ Tu lugar de trabajo se encuentra aislado del de tus compañeros o compañeras?	0	1	2	3	4
28-En el trabajo ¿sientes que formas parte de un grupo?	4	3	2	1	0
29-¿ Tus jefes inmediatos planifican bien el trabajo?	4	3	2	1	0
30-¿ Tus jefes inmediatos se comunican bien con los trabajadores y trabajadoras?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 21-30					38

## Cuadro No. 6. Evaluación de los riesgos psicosociales (CoPsoQ) (continuación)

### Apartado 5 Doble presencia

Este apartado está diseñado para personas que conviven con alguien (parejas, padres, hijos...). Si vives solo o sola no respondas, pasa directamente al apartado 6.

Pregunta	Respuesta
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.	
31-¿Qué parte del trabajo familiar y doméstico haces?	4
Soy el/la responsable principal y hago la mayor parte de las tareas familiares y domésticas.	
Hago aproximadamente la mitad de las tareas familiares y domésticas.	3
Hago más o menos una cuarta parte la mitad de las tareas familiares y domésticas.	2
Sólo hago tareas puntuales.	1
No hago ninguna de estas tareas.	0
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.	Siempre Muchas veces A veces Sólo alguna vez Nunca
32-Si faltas algún día de casa ¿las tareas domésticas se quedan sin hacer?	4 3 2 1 0
33-Cuando estas en la empresa ¿piensas en las tareas domésticas y familiares?	4 3 2 1 0
34-¿Hay momentos en que necesitarías estar en la empresa y en la casa a la vez?	4 3 2 1 0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 31-34	3

### Apartado 6 Estima

Pregunta	Respuesta				
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes frases.	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
35-Mis superiores me dan el reconocimiento que merezco.	4	3	2	1	0
36-En las situaciones difíciles en el trabajo recibo el apoyo necesario.	4	3	2	1	0
37-En el trabajo me tratan injustamente.	0	1	2	3	4
38-Si pienso en todo el trabajo y el esfuerzo que he realizado el reconocimiento que recibo en el trabajo me parece adecuado.	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 35-38					14



---

intervención que incluye el contenido y dirección de este proceso. Para el puesto que ocupa este estudio el contenido de la intervención será esencialmente un *rediseño ergonómico del puesto* y la *ergonomía participativa* donde fluye la comunicación y se eleva el nivel en que están involucrados los afectados. El uso de *la ergonomía participativa* distingue la actuación del equipo de trabajo desde lo alto a lo bajo y de lo bajo a lo alto de la estructura de dirección y en sentido horizontal proponiendo mejoras a los problemas detectados. También el análisis de resultados mostró que es preciso añadir en la intervención las propuestas de medidas que incrementen el desarrollo de la operaria. El control o dirección del proceso de intervención lo dirige en esta situación exclusivamente el *equipo de trabajo*; sin excluir la participación activa del operario que se integra al mismo. Además, el especialista en ergonomía actúa como “consultor externo” centrando su trabajo en brindar formación, informar, supervisar y retroalimentar al equipo de trabajo y debe intervenir en el diseño haciendo propuestas para someterlas al análisis al resto de los integrantes del equipo. A continuación, se cumplen cada una de los pasos del procedimiento para el diseño del programa de intervención que mostró la Figura No. 4 de la Etapa 8 pertenecientes al Capítulo II los cuales quedan expresados en el presente Capítulo en el Cuadro No. 7. Es necesario dejar esclarecido que del diseño del pre-experimento, establecido en el marco de la presente tesis, solo se realizará la pre-prueba y se planificará como llevar a cabo la intervención.

Los resultados acerca de cómo transcurrió la implementación de la intervención a partir de expresar los métodos empleados para llevar a efecto lo planeado se presentan seguidamente siendo preciso reiterar que en el marco de este programa de intervención sólo se llega hasta aplicar la preprueba y el diseño de la mejora.

### **Implementación parcial del programa de intervención en el puesto de trabajo de biselado**

La pre-prueba es realizada antes de iniciarse la implementación, la misma se corresponde con el diseño experimental seleccionado (observar planteamiento de la hipótesis para realizar la pre-prueba en la Tabla No 3). Se aplica el instrumento para medir la percepción acerca del cansancio y las dolencias (observar Anexo No. 5 con instrumento de medición). A su vez, se establecen las mediciones de los niveles de producción que fueron tomadas a la operaria titular en los meses de febrero a mayo del año 2017. Para el procesamiento de los resultados se utiliza el paquete profesional IBM SPSS Statistics 21. Se establece la Prueba de Kruskal-Wallis para conocer si existían diferencias significativas entre cada una de las respuestas brindadas por los trabajadores

**Cuadro 7. Diseño del programa de intervención para el puesto de biselado**

Elementos del programa	Aspectos que lo integran
1. Antecedentes	<p>Los principales aspectos que justifican la aplicación del programa de intervención se centran en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuadas condiciones de trabajo que resaltan en los problemas de diseño del puesto, el ambiente laboral y la organización del trabajo.</li> <li>• Existencia de posturas dañinas y uso repetitivo de las extremidades superiores y el tronco que provocan dolencias y enfermedades.</li> <li>• La calidad de vida laboral y los niveles de producción están afectados como consecuencia de la situación existente.</li> </ul>
2. Objetivos	<p><b>General:</b> Realizar un rediseño ergonómico del puesto de <i>biselado</i> haciendo uso de la ergonomía participativa el cual disminuya las posibilidades de la aparición de dolencias músculo-esqueléticas en los operarios del puesto y contribuya a estabilizar los niveles de producción.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un programa de intervención que contemple una investigación para el análisis de su efecto en los resultados de producción y la disminución de dolencias en los trabajadores.</li> <li>• Comunicar las características propias del desarrollo del programa y los resultados obtenidos a todos los niveles involucrados.</li> </ul>
3. Diseño de la investigación	<p><b>Planteamiento del problema:</b> La inadecuada concepción ergonómica del diseño del puesto de trabajo afecta la estabilidad de la producción y promueve el desarrollo de dolencias en los trabajadores.</p> <p><b>Objetivos de la investigación:</b> Coinciden en su totalidad con los objetivos previstos dentro del Programa de Intervención.</p> <p><b>Preguntas de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué diseño experimental es el más adecuado para el desarrollo de la investigación?</li> <li>• ¿Qué actividades debe contemplar el programa de intervención con vistas a estabilizar los niveles de producción y disminuir la aparición de dolencias y enfermedades?</li> <li>• ¿Se transmiten a todos los niveles involucrados las conclusiones derivadas del programa de intervención?</li> <li>• ¿La evaluación sistemática y final del programa posibilita precisar su valor, las deficiencias acontecidas y las posibles medidas para su mejora?</li> </ul> <p><b>Tipo de investigación:</b> Investigación-acción</p> <p><b>Hipótesis de Investigación</b> <math>H_i</math>: El programa de intervención permite estabilizar los niveles de producción y evita la aparición de enfermedades y dolencias en el puesto de biselado.</p> <p><b>Variables de la investigación:</b> Variable Independiente (<math>V_i</math>): Programa de Intervención: conjunto de acciones que son puestas en práctica en el puesto relacionadas con: la participación activa de los trabajadores durante el programa, rediseño ergonómico del puesto de biselado.</p>

**Cuadro 7. Continuación**

	<p><b>Variables Dependientes (Vd):</b> Niveles de producción Percepción de molestias músculo esqueléticas en miembros superiores.</p> <p><b>Diseño de la intervención o investigación experimental:</b> Se aplicará un diseño pre-experimental al existir sólo un puesto de trabajo dentro del proceso.</p> <p><math>G O_1 X O_2</math></p> <p>donde: G: Grupo de sujetos que trabajan en el puesto X: tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel de la variable independiente) medición de los indicadores de evaluación; si aparece antes del estímulo es una pre-prueba y si aparece después del estímulo es una pos-prueba</p>
<p>4. Actualización de la situación inicial planificada en el desarrollo del programa</p>	<p>Las condiciones del puesto de trabajo no han variado desde el comienzo del estudio manteniéndose las mismas deficiencias planteadas al finalizar la Fase II cuando se hizo el análisis de resultados.</p>
<p>5. Actividades planificadas dentro del programa de intervención.</p>	<p><b>Primera y única actividad:</b> Realizar un diseño ergonómico del puesto con la participación de todos los implicados que permita disminuir la carga sobre los miembros superiores y la adquisición de posturas adecuadas durante el desarrollo del trabajo. Objetivo: Presentar un prototipo en diseño 3D de la nueva concepción del puesto de trabajo.</p> <p><b>Acciones a desarrollar en programas posteriores</b> Inclusión de tareas de complejidad similar que incorporen a la operaria a un trabajo más activo que posibilite la variedad de sus tareas en el taller.</p>
<p>6. Efectos esperados y no esperados</p>	<p><b>Efectos esperados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la variabilidad de los niveles de producción de la operaria. Se espera que se incremente la producción en un 3 % en el primer periodo de aplicación del programa de intervención.</li> <li>• Disminución de la percepción de dolencias músculo esqueléticas por parte de los trabajadores en un 80 %.</li> </ul> <p><b>Efectos no esperados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cumpla el diseño realizado en el prototipo e implicaría que se pare del asiento para trasladar la producción fuera del puesto.</li> <li>• Ocurrencia de cambios o modificaciones del proceso.</li> </ul>

**Tabla 3: Hipótesis durante la pre-prueba del diseño (antes de la intervención)**

<b>PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS</b>
<p><b>Hipótesis de la prueba estadística no paramétrica (Kruskal-Wallis) para medir la percepción sobre el cansancio</b></p> <p><math>H_0 : p_1 = p_2 \dots = p_n</math> No existen diferencias significativas entre las respuestas a las preguntas formuladas</p> <p><math>H_i : p_1 \neq p_2 \dots \neq p_n</math> Existen diferencias significativas entre las respuestas a las preguntas formuladas</p> <p>Nivel de significación <math>\alpha = 5\%</math></p>
<p><b>Hipótesis de la prueba estadística para medir la producción al final de la jornada (Contraste de medias)</b></p> <p><math>H_0 : p_1 = p_2 \dots = p_n</math> No existen diferencias significativas entre las mediciones de la producción al final de la jornada laboral</p> <p><math>H_i : p_1 \neq p_2 \dots \neq p_n</math> Existen diferencias significativas entre las mediciones de la producción al final de la jornada laboral</p> <p>Nivel de significación <math>\alpha = 5\%</math></p>

*p: probabilidad asociada con la ocurrencia conforme de  $H_0$ , desde  $p = 1 \dots \dots \dots n$  siendo  $n$  el número de casos recogidos independientemente en una sola muestra.*

relacionado con su percepción acerca del cansancio (observar Anexo No. 6) y se utilizó una prueba de comparación de media para los niveles de producción obtenidos (observar Anexo No. 7).

Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas ( $p_1 = p_2 \dots = p_n$ ) entre las respuestas de cada pregunta formulada relacionada con la percepción acerca del cansancio de los operarios que trabajan en el puesto; se observó que el 100 % de los trabajadores presenta dolores en brazos, antebrazos y columna, y el mismo por ciento considera que la causa de la aparición del cansancio está relacionada con las condiciones de trabajo desfavorables. En cuanto a la prueba estadística aplicada no se cumple la región crítica ( $0.996 > 0.05$ ) por lo que se acepta la hipótesis nula y no existen diferencias significativas sobre la percepción del cansancio entre los trabajadores. A su vez, los resultados de producción fueron comparados con la norma establecida para la operación de biselado (3026) a través de un contraste de medias mostraron que para los meses de marzo (Sig. (bilateral)=.011) y mayo (Sig. (bilateral)=.001) rechazo  $H_0$  y existen diferencias significativas en las mediciones de la producción al final de la jornada por lo que

---

queda demostrado que no existe una uniformidad en la producción, evidenciando la situación desfavorable de este indicador antes de implementar el programa de intervención.

La puesta en práctica de la actividad principal prevista dentro del programa de intervención fue concebida de forma progresiva durante la implementación del procedimiento donde cada uno de los detalles del nuevo diseño fueron siendo analizados con la participación activa de los miembros del equipo de trabajo. Fueron adoptadas soluciones para los requerimientos ergonómicos que se incumplían en la organización y espacios de trabajo tales como:

- Diseño de una silla que se ajuste a las dimensiones de la mesa y permita al operario trabajar de manera más cómoda desde la posición de sentado.
- Diseño de una mesa para el mordiente, ubicado en el mismo puesto de biselado, para obtener así mayor comodidad a la hora de realizar la operación de rebaba y poder realizar un reordenamiento de la mesa del taladro.
- Diseño de un dispositivo para transportar las bandejas desde los tornos hasta la mesa de trabajo y que sirva además como almacenamiento intermedio.

Estos diseños fueron creados en 3D a partir del software SolidWork y sus diferentes vistas fueron creadas en el programa AUTOCAD. El Cuadro No. 8 presenta las características del diseño existente *antes* y *después* con las mejoras establecidas siendo las últimas discutidas con la máxima dirección. Se previó que en el nuevo diseño el ancho del dispositivo móvil contara con las características necesarias para que las bandejas sean extraídas desde cualquier ángulo con facilidad, en cuanto al ancho y profundidad de las mesas de trabajo se tuvo en cuenta el espacio requerido para que los puestos funcionen de manera organizada en condiciones en las que no sea posible mantener la mínima cantidad de elementos encima de la misma.

La silla es compatible con la mesa ya que  $62$  (altura máxima de la silla) +  $19\text{cm}$  (mayor ancho del muslo)  $\leq 81\text{cm}$  (Altura de la mesa de trabajo)

El dispositivo móvil es compatible con las características del taller

$$91(\text{Ancho del pasillo}) > 60 (\text{Ancho del dispositivo})$$

Área de trabajo: largo  $2.60\text{ m}$  y ancho  $1.23\text{ m}$

Las ruedas empleadas en el mismo son hechas de dos rodamientos de hierro con bolas en el medio, lo cual permite que sean pequeñas y resistentes para cargar peso y necesitan del mantenimiento (añadirle grasa periódicamente).

Cuadro 8. Diseño en planta del puesto y en 3D (antes y después)



No obstante, al ser el diseño la única actividad planteada, en su presentación a los trabajadores se les explicó las deficiencias del anterior diseño y los posibles daños a su salud y a los resultados de producción. La Tabla No 4 muestra las medidas antropométricas utilizadas para el diseño, las cuales fueron tomadas a la operaria titular y a los dos trabajadores que deben cubrirla en caso de ausencias, todas las medidas incluyen la holgura por el calzado (2 cm).

**Tabla 4. Dimensiones relevantes asociadas al diseño**

<b>Dimensiones Relevantes</b>	<b>Dimensiones antropométricas asociadas</b>	<b>Regla (cm)</b>	<b>Operar. 2 (cm)</b>	<b>Operar. 3 (cm)</b>	<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación (<math>\sigma</math>)</b>	<b>Dimensión para el diseño</b>
<b>Dispositivo móvil</b>							
Altura superior del dispositivo móvil (5%)	Altura del codo parado	102	124	119	115	11.53	96
<b>Mesa auxiliar</b>							
Altura de la mesa del mordiente (50%)	Altura del codo parado	102	124	119	115	11.53	110
<b>Silla</b>							
Altura del Asiento (5%)	Altura poplítea	47	57	55	53	5.29	44
Altura del asiento (95%)	Altura poplítea	47	57	55	53	5.29	62
Altura inferior del respaldo (95%)	Altura ileocrestal	20	25	24	23	2.64	27
Ancho del respaldo (5%)	Diámetro Biacromial	41	41	40	40.66	1	39
Altura superior del respaldo (5%)	Altura subescapular	44	52	50	48.67	4.16	42
Ancho del asiento (95%)	Ancho de las caderas	40	37	35	37.33	2.52	42
Profundidad del asiento (5%)	Longitud sacropoplítea	49	59	57	55	5.29	46

### Análisis de la factibilidad económica

El análisis de la factibilidad económica del programa planificado (ver Tabla No 5 y 6) realizado mostró los gastos para llevar a efecto el mismo y la posibilidad de recuperar la inversión en el menor tiempo posible. En cuanto a las mejoras propuestas, el dispositivo móvil puede ser encargado en los talleres de la Fundación "9 de abril" de Sagua la Grande, la silla a la Empresa de Mueble Ciego de Ávila, el precio incluye la mano de obra y se suman los gastos por transporte. La mesa del mordiente fue una modificación de una mesa existente en la empresa. La consultoría fue realizada por la Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas a partir del mes de enero y hasta junio laborando la mitad del mes solamente y cuatro horas diarias a un costo de \$15/hora. Además del gasto inicial, la propuesta incurre en un costo de \$120 al año por mantenimiento como pueden ser pintura para las mesas, grasa para las ruedas del dispositivo móvil y cambio de algún componente que se deteriore de los mismos. El puesto de manera directa no reporta ganancias ya que realiza operaciones intermedias, por lo que sus ingresos fueron calculados en relación a las ganancias obtenidas por la venta de mangueras hidráulicas y neumáticas (los cabezales de las mismas se hacen en el puesto) en los cuatro meses analizados (observar Tabla No 7.) Se prevé un aumento del 3% de la producción realizada para los próximos 3 años con respecto al mismo periodo estudiado (Febrero – Mayo).

**Tabla No5. Gastos del programa de intervención**

Concepto	Año	2017
1. Implementación de la herramienta		
• Salario del Consultor.....		\$ 5400
• Otros viajes del consultor.....		\$ 100.00
Subtotal		\$ 5500
2. Rediseño del área de trabajo		
• Silla de tubo con fondo y espaldar de madera contrachapada y con apoyapiés .....		\$600.00
• Servicio de transportación .....		\$500
• Dispositivo móvil .....		\$ 400
• Servicio de transportación .....		\$50
Subtotal		\$ 1550
Total de Gastos Directos		\$ 7050
Gastos Indirectos(10 % GD)		\$ 705
Total de Gastos		\$ 7755

**Tabla No 6. Flujo de caja en la planificación del programa de intervención**

Años	0	1	2	3
Gastos	-7755	-120	-120	-120
Ingresos	0	835 536	835 536	835536
Flujo de Caja.	-7755	835 416	835 416	835416
VAN		\$2,498,493.00		
TIR		176%		

**Tabla No 7. Ingresos de los meses analizados**

PRODUCTOS	UM		Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Mangueras	MU	F	14.0	14.0	16.0	16.0
	MP	V	<b>199.0</b>	<b>199.0</b>	<b>206.6</b>	<b>206.6</b>

### **3.2 Estudio de Caso: evaluación ergonómica del puesto de Fijado de junta de la bujía**

Al igual que en el estudio de caso desarrollado anteriormente antes de comenzar a aplicar el procedimiento para la evaluación ergonómica del puesto de Fijado de junta de la bujía se ha confirmado que las *bases* para su aplicación estén garantizadas ya que:

- Existe la necesidad de realizar la intervención al conocerse las quejas de los trabajadores planteadas en activos sindicales, asambleas de producción y directamente a los directivos de la empresa, que demuestran la insatisfacción con el trabajo a desarrollar en el puesto al proporcionar este agotamiento por las horas de trabajo en posición parado.

El resto de las bases coinciden con las planteadas en el estudio de caso anteriormente expuesto relacionado con el puesto de biselado. Seguidamente, aparecen los resultados de cada una de las fases y etapas del procedimiento para el presente estudio de caso.

#### **Fase I. Definición de la(s) demanda (s) ergonómica(s)**

Se procede a captar toda la información necesaria para ir conociendo las características del puesto de trabajo y poder establecer el objetivo real que dirigirá el estudio ergonómico e ir modelando las posibles transformaciones y las acciones necesarias para la intervención posterior.

#### **Etapa 1. Seleccionar el puesto de trabajo**

Para la investigación fue seleccionado el puesto de trabajo de Fijado de junta de la bujía, perteneciente al Taller de Laminado y Montaje. El mismo a pesar que incluye una silla auxiliar

---

(la cual es utilizada en cortos períodos de tiempos por algunos operarios) y un equipo moderno comprado hace solo 3 años a España provoca en los trabajadores varias dolencias como en los dedos debido a la manipulación constante de las bujías, cansancio en la espalda al terminar el día, dolor en los hombros en caso de permanecer sentados y sobre todo dolor en las piernas, que ha conllevado a quejas de los trabajadores al tener que laborar la mayor parte de la jornada laboral en posición parado y aunque se rotan los trabajadores en ocasiones, es necesario en otras ocasiones realizar horas extras de trabajo para cumplir el plan acordado en la empresa. Esto se justifica en muchas ocasiones porque la llegada de la materia prima se atrasa y cuando arriba es necesario el cumplimiento de los planes productivos.

## **Etapa 2. Determinar las demandas internas y externas**

Si bien igualmente en este puesto existen evidencias que demuestran la necesidad de realizar el estudio, el equipo de intervención se reunió para definir las demandas *externas* e *internas* existentes que permiten dar el punto de partida para el estudio científico y justificar la inversión que se pretende realizar en términos de recursos humanos, tiempo que se invierte y recursos materiales, de ser necesario.

Se han identificado como *demandas* existentes en el puesto que determinan en el desempeño y calidad de vida laboral de los trabajadores que lo ocupan, las siguientes:

### Demandas Internas

- Mal diseño del puesto de trabajo (obliga al trabajador a estar parado toda la jornada, debido a la altura del lugar de trabajo que no corresponden con las dimensiones de la silla existente en el área, que es una alternativa para el trabajo no utilizada por los operarios).
- Contraste entre el alto nivel de Aprovechamiento de la Jornada Laboral (AJL) y la productividad con el nivel de dolencias y cumplimiento del régimen de trabajo establecido en la empresa.

### Demandas externas

- Presión por el cumplimiento de los planes productivos del taller de Laminado y Montaje donde pertenece el puesto. La producción de este puesto pasa al puesto de Inspección Final de Calidad que está vinculado directamente al mismo y que conlleva en ocasiones que se produzcan cuellos de botella en la línea productiva de las bujías de encendido, específicamente en la operación de Fijado de la junta porque existe solo una fijadora y se fabrica gran cantidad de bujías al día, lo que da paso a la acumulación de las mismas para ser fijadas.

- 
- Ruido por encima de los 85 dB (nivel máximo admisible).

Todo esto trae consigo la aparición de efectos negativos como son:

- Dolencias músculo esqueléticas.
- Tensiones y conflictos

Las demandas presentadas anteriormente no ha sido difíciles de detectar a partir de entrevistar a los principales directivos asociados al puesto que conocen de la problemática del mismo y lo mencionan como un puesto que tiene dificultades. Sólo han tenido que ser formuladas preguntas para identificar las mismas. Lo anterior deja explícito que se cumple el objetivo de esta etapa al escoger uno de los puestos más críticos que por su prioridad merecen mayor atención a pesar que el equipo solo lleva 3 años en la empresa.

### **Etapa 3. Integrar las demandas en una demanda ergonómica**

La integración de las demandas con un enfoque sistémico e integral permitió identificar la demanda ergonómica como:

*“Inadecuado diseño del puesto de trabajo de Fijado de la Junta de la Bujía que afecta los miembros superiores e inferiores en el desarrollo de la actividad”*

### **Fase II. Intervención**

Para promover la acción o el cambio en el puesto de trabajo objeto de estudio se partirá, como en el estudio de caso anterior, de un diagnóstico adecuado a las características del puesto que posibilite posteriormente un diseño del programa de intervención justo a la medida de los resultados del diagnóstico.

### **Etapa 4. Adquirir conocimientos detallados y completos del puesto de trabajo y su ambiente laboral**

Para conocer las características del puesto se han utilizado técnicas como la observación, la entrevista a los trabajadores y al jefe de brigada, así como a la dirección de capital humano de la empresa. Como resultado de esta etapa se logró conocer un conjunto de información que caracterizan al puesto. El Cuadro No. 9 refleja cada uno de los resultados obtenidos. Es bueno destacar que de forma general, los trabajadores que laboran en este puesto logran cumplir con la producción de bujías planificadas a pesar de que se producen cuellos de botellas ya que existe solo una fijadora y se fabrica gran cantidad de bujías al día, lo que da paso a la acumulación de las mismas para ser fijadas.

**Cuadro 9. Resultados obtenidos en el estudiopreliminar del puesto de fijado de junta de la bujía**

<i>Elementos</i>	<i>Características</i>
<i>Equipamiento, cantidad de trabajadores y su agrupación.</i>	<i>El equipamiento es una prensa hidráulica de mesa. Agrupación individual ya que labora un solo trabajador.</i>
<i>Número de equipos, grado de movilidad, tipo de trabajo y grado de especialización.</i>	<i>Puesto de equipo único ya que el obrero atiende un solo equipo. Es estacionario ya que el trabajo se realiza en un área definida y no se traslada ni el equipo ni los trabajadores excepto, límites muy estrechos. Puesto mecanizado ya que el trabajo principalmente lo realizan la máquina dirigida por el hombre y el trabajo auxiliar se realiza manualmente o con ayuda de mecanismos.</i>
<i>Condiciones de trabajo.</i>	<i>Chequeo médico una vez al año. Condiciones sanitarias buenas, aunque puede mejorarse el abasto de agua en las horas más necesarias (almuerzo y salida del personal 4.00pm). Cuentan con medios de protección (orejeras o tapones contra ruido), pero en ocasiones los trabajadores no acostumbran a utilizarlas debido a que el ruido no es tan perturbador como en otros talleres y se olvidan de lo importante que son emplearlos para no adquirir enfermedades profesionales. También se les entregan otros medios necesarios para su desempeño como son zapatos de protección y ropa. Reciben información sistemática para elevar su formación política y se mantienen informados de los principales acontecimientos nacionales e internacionales. Reciben capacitación como promedio 2 acciones al año que pueden ser seminarios o curso, con el objetivo de actualizar conocimientos en: interpretación de planos, principales problemas de calidad que pueden presentar las producciones, etcétera.</i>
<i>Condiciones ambientales.</i>	<i>Un estudio de <b>ruido</b> realizado por el Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (2012), demostró que la exposición al ruido al que se someten los trabajadores en el taller de laminado y montaje es significativa (superior a los 85 dB) pasando del límite de seguridad auditiva al tener un nivel considerable de envejecimiento y desgaste las máquinas y equipos. La <b>iluminación</b> del taller es aceptable al contar con ventanas que permiten el paso de la luz natural lo cual favorece los niveles de iluminación. El puesto se caracterizan por una adecuada <b>ventilación</b> ya que se mantiene una temperatura agradable durante todo el día debido a la existencia de varios ventiladores por inyección <b>Régimen de trabajo y descanso</b> incluye una jornada laboral desde las 7:00 am hasta 4:00 pm de lunes a jueves y de 7:00 am hasta 3:30 pm los viernes, con un horario de almuerzo de 11:00 am a 11:30 am; el descanso es de 15 min en la sesión de la mañana. En el puesto laboran 4 operarios indistintamente ya que está establecida una rotación como parte del orden del taller.</i>
<i>Organización del trabajo.</i>	<i>El puesto está organizado de manera tal que las Bujías sin fijar se encuentran a la izquierda del puesto y las Bujías fijadas se sitúan a la derecha del equipo. Existe limpieza en el área en general (no se utilizan aceites en el taller: las piezas no requieren de ningún producto para realizar la actividad de fijado). El estudio de aprovechamiento de la jornada reporta un aprovechamiento de 93% y las causas de desaprovechamiento de la jornada laboral estuvieron dadas en un 4% por violación de la disciplina laboral (TIDO); conversaciones injustificadas, y un 3% por interrupciones por roturas casuales (TIC). El buen aprovechamiento en la jornada laboral está relacionado con la experiencia de la operaria observada y las habilidades que tiene en su desempeño laboral. Resultados del primer trimestre del año muestra el total de producción realizada y la producción no conforme, la cual pudiera estar dada por las molestias que ocasionan el mal diseño del puesto que afectan a su vez la productividad del obrero.</i>

Meses	Enero	Febrero	Marzo
Elementos			
Producción Realizada	30200	29700	30600
Producción no conforme	186	200	230
Total de Trabajadores	4	4	4

---

### **Etapa 5. Evaluar el nivel de calidad de vida laboral del trabajador**

En esta etapa se evalúa el nivel de calidad de vida laboral de los trabajadores que se desempeñan en el puesto de trabajo objeto de estudio al conocer de antemano que existen niveles de insatisfacción que generan demandas y, por tanto, es preciso conocer la opinión de los mismos. La evaluación precisó escoger las variables a evaluar y un cuestionario que fueron los mismos utilizados que en el estudio de caso anterior al aplicarse íntegramente al caso que ocupa el presente estudio. El cuestionario fue aplicado a los cuatro trabajadores que regularmente se desempeñan en el puesto. En el Anexo No 8 se muestran los 4 cuestionarios aplicados, especificando el nivel actual en relación a cada una de las variables de la calidad de vida laboral y en el Cuadro No. 10 aparecen los resultados expuestos en gráficos y una valoración de los mismos.

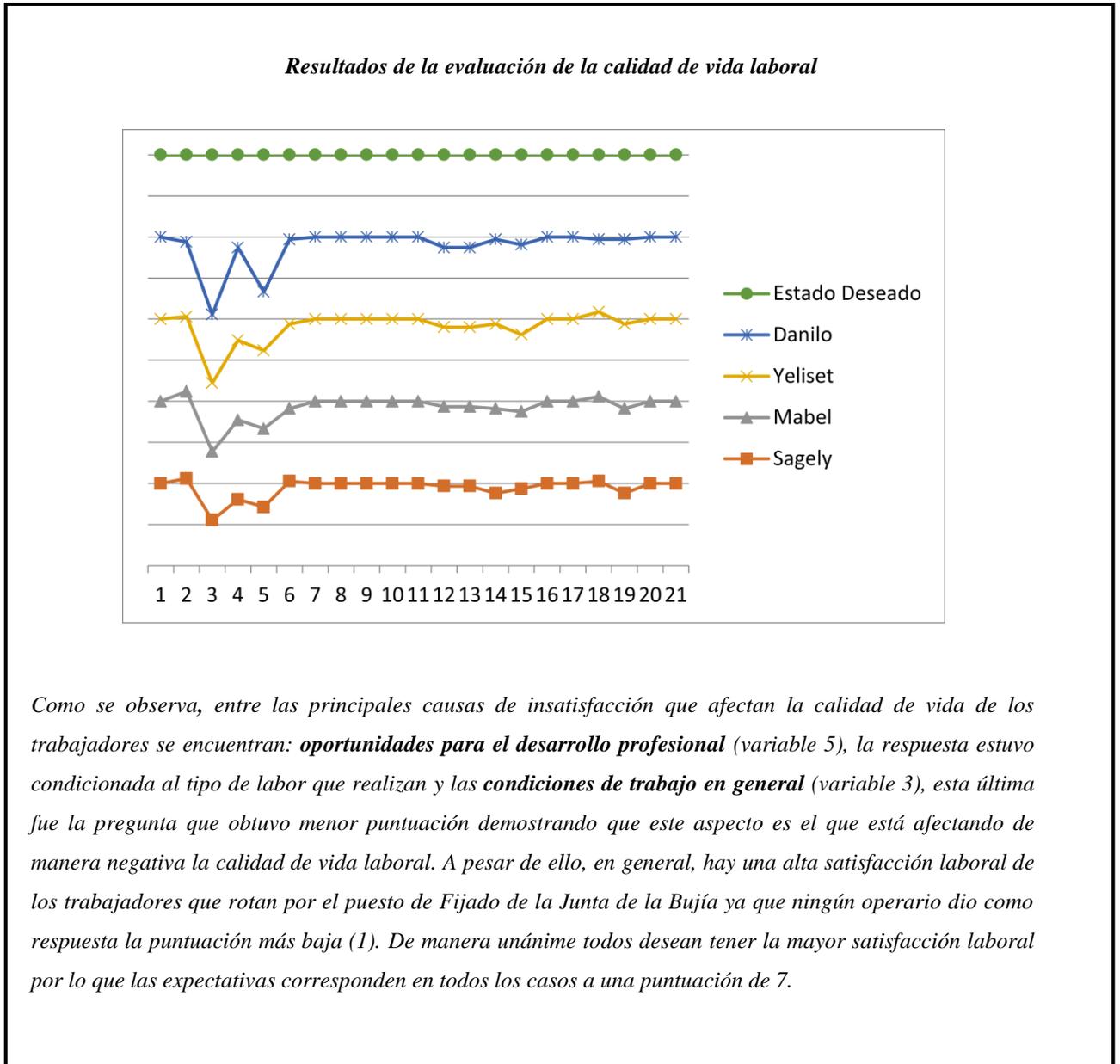
### **Etapa 6. Evaluar la postura, movimientos y capacidad física**

Por las características ya descritas relacionadas con el puesto, que lo identifican como un trabajo parado que implica requerimientos físicos elevados, se hace preciso seguir analizando el desempeño del trabajador haciendo uso de esta etapa y conocer las dolencias y enfermedades que puede ocasionar tanto a corto como a mediano plazo. Para complementar el estudio, el equipo de intervención se dirigió al área de capital humano para indagar sobre posibles ausencias de los trabajadores que ocupan el puesto, presentación de certificados médicos o rotaciones necesarias que se han decidido de los mismos hacia otros puestos. Se conoció que ninguno de los trabajadores actuales del puesto de Fijado de la junta de la bujía ha presentado certificados médicos ni ausentismos en el año 2017.

Para iniciar los estudios de la actividad se filma la operación realizada en el puesto con la finalidad que cada uno de los estudios que se realicen puedan ser estudiados con mayor detalle después de aplicada cada técnica. Un primer estudio fue realizar un Diagrama bimanual para representar el uso simétrico de las dos manos. El Anexo No 9 muestra la representación en el uso de ambas manos. Para dicha representación fue seleccionado el trabajador que se desempeña más veces en el puesto y se pudo detectar que no existían diferencias distintivas entre el desempeño de los ocupantes del puesto ya que la forma y diseño del mismo no permite variaciones significativas. Como resultado, se aprecia que la operación no comienza la tarea con ambas manos al mismo tiempo por lo que sus movimientos no son simétricos.

Cuadro 10. Evaluación del nivel de calidad de vida laboral de los trabajadores que laboran en el puesto

Fijado de junta de la bujía



---

El proceso de trabajo en el puesto (Cuadro No. 11) comienza cuando la operaria con la mano izquierda toma las cuatro bujías de una tártara de dos en dos situada al lado izquierdo, y la otra mano se queda en el aire esperando para fijar la junta presionando los botones de control por lo que el movimiento no es simétrico inicialmente. Segundos después, se alcanza la simetría cuando se ejecuta el fijado de la bujía, es decir cuando se presionan al mismo tiempo dichos botones de control que se encuentran a ambos lados del equipo. Posteriormente, se retiran las bujías fijadas del equipo y las coloca en una tártara situada a su derecha. A continuación, se realizan los mismos movimientos de forma repetida hasta completar la tártara o bandeja con capacidad para 100 bujías (10 bujías por el largo y 10 bujías por el ancho) al ser su dimensión de 37 cm de largo, 33 cm de ancho y 7 cm de altura. Posteriormente, el mismo operario en caso que, el auxiliar no esté presente debido a sus recorridos por el área, coloca las bandejas en el suelo realizando una flexión del tronco. El peso de una bandeja con las 100 bujías fijadas es de 6.95 kg, donde el operario del puesto se ve obligado a cargar estas tártaras 12 veces aproximadamente como mínimo durante la jornada laboral para cumplir la norma establecida que es 5574 bujías diarias. En caso de hacer horas extras de producción, implicaría cargar más veces las tártaras en el día. Esta actividad puede provocar dolor en los brazos o columna (dolencias comprobadas por todos los operarios que rotan por el puesto). La postura se mantiene de pie toda la jornada laboral, ya que no utilizan casi nunca la silla que se encuentra disponible porque no logran adecuarse con la misma en el puesto, donde se realizan esfuerzos moderados para colocar las tártaras una a una en el piso, justamente ubicado en su lado derecho, por lo que es evidente el agotamiento pasadas unas horas de trabajo continuo. La secuencia de fotos que muestra el Cuadro No. 11 se corresponden con la secuencia de trabajo descrita evidenciando los lugares donde el equipo de trabajo observa zonas del cuerpo comprometidas con el trabajo, así como el ángulo de visión que se excede de lo recomendado.

Una vez realizado este estudio previo se decide profundizar más en cada uno de los elementos que integran la operación. Para ello, se divide la operación en elementos y son definidos la duración, la posición de trabajo, los miembros implicados, el tipo de movimiento y se clasifica, por último, el trabajo (observar Cuadro No.11). El análisis de cada uno de los elementos de la actividad muestra que la postura de pie se mantiene todo el tiempo pero a esto se le añade que resaltan los movimientos de "rotación y tensión" durante casi toda la actividad, ambos dañinos para el cuerpo humano por su repetitividad. El elemento número 3 y 6 de la operación son

**Cuadro 11. Resultados de la evaluación de la postura, movimientos y actividad física**

**Secuencia de actividades que se realizan en el puesto de biselado**



**Toma las bujías de la tártara**



**Fijas las bujías**



**Coloca las bujías fijadas en la tártara**



**Coloca las tártaras en el suelo**

**Estudio de la postura y los movimientos del operario**

**Gasto Energético de la operaria titular**

Elementos de la operación	Tiempo de duración (seg)	Posición de trabajo	Miembros implicados	Tipo de movimiento	Clasificación del trabajo	Tiempo de duración (min)	No de veces	Duración Total (min.)	GE (kcal/min)	GET (kcal/min)
Tomar las piezas de la tártara	4	<b>De pie</b>	Dedos, manos, muñeca, brazos y antebrazos	Rotación media del antebrazo y movimientos de manipulación	Dinámico	0.066	965	63.69	1.07	68.24
Colocar las piezas en la base de fijado	3	<b>De pie</b>	Dedos, manos, muñeca, brazos y antebrazos	Movimientos de manipulación	Dinámico	0.05	965	48.25	1.57	75.75
Fijar la junta de las piezas	6	<b>De pie</b>	Dedos	Movimientos de posición	<b>Estático</b>	0.1	965	96.5	1.89	182.38
Retirar las piezas fijadas	3	<b>De pie</b>	Dedos, manos, muñeca, brazos y antebrazos	Rotación lateral del antebrazo y movimientos de manipulación	Dinámico	0.05	965	48.25	1.57	25.75
Colocar las piezas fijadas en las tártaras	6	<b>De pie</b>	Dedos, muñeca y antebrazo	Rotación lateral del antebrazo y movimientos de manipulación	Dinámico	0.1	965	96.5	1.26	121.59
Ubicarlas tártaras (de una en una) con las piezas en el suelo	6	<b>De pie con flexión del torso</b>	Miembros superiores e inferiores, tronco	Tensión de las manos, extensión con tensión de los brazos, flexión del tronco con tensión de los brazos	<b>Estático</b>	0.1	965	96.5	7.56	729.54
						<b>Gasto Energético Ponderado: 5.02 Kcal/min</b>				

---

clasificados como estáticos lo cual refuerza los daños al trabajador al existir durante la misma reducción de la circulación sanguínea lo cual trae como consecuencia fatiga muscular. Se procede a determinar el gasto energético (observar Cuadro No.11) de la actividad seleccionando para ello a uno de los operarios, los cálculos realizados de manera más detallada así como las tablas utilizadas se muestran en el Anexo No 10. El resultado obtenido del gasto energético total de la operación es de 5.02 Kcal/min, clasificándose el trabajo realizado como medio. Lo que demuestra que se puede realizar las actividades en este puesto, pero se deben tomar algunas precauciones para prevenir posibles enfermedades a largo plazo o afectaciones en los miembros implicados. Sin embargo, a pesar de haber realizado los estudios anteriores, igualmente en este estudio de caso, se hace preciso seguir aplicando otros métodos para la evaluación del trabajo físico a mantener una postura forzada o invariante como se demostró. Por tanto, se utiliza nuevamente el método ERIN (Evaluación del Riesgo Individual) por las características del mismo ya planteadas. El resultado de la suma de los diferentes elementos es 27 pudiéndose observar la valoración de este resultado en el Cuadro No. 12.

#### **Etapa 7. Evaluar las características cognitivas de la tarea**

Igualmente esta etapa no es de obligatorio cumplimiento y al desempeñarse el operario en condiciones organizativas y ambientales que resultan, por lo general, adecuadas y la observación a la actividad, permite percibir que la carga impuesta no impone gran demanda, ni alta exigencia, ni presión y es de baja complejidad; se decide, por tanto, no abordar esta etapa. Se suma a lo anterior que en la etapa 5 se comprobó que en general el grado de satisfacción por parte de los cuatro operarios que rotan por el área es alto.

#### **Análisis de los resultados obtenidos:**

El aprovechamiento de la jornada laboral y los niveles de producción actualmente tienen un alto nivel, lo cual significa que se está cumpliendo con los planes de producción, aspecto factible para la empresa, pero esto implica un gran esfuerzo por parte de los trabajadores porque bajo las condiciones existentes se está trabajando notablemente y se obvian las consecuencias para el bienestar de los trabajadores demostrado en las demandas internas como externas detectadas en el puesto de trabajo Fijado de la junta de la bujía, por lo que las dolencias musculares se traducen en quejas y comentarios hacia el jefe del área. En cuanto a la calidad de vida laboral después de realizado el estudio se obtuvo de forma general que en la satisfacción de los operarios influye de manera notable las condiciones de trabajo, en general, que poseen, ya que esta pregunta obtuvo

Cuadro No. 12. Aplicación del Método ERIN al puesto de fijado de junta

## ERIN: Evaluación del Riesgo Individual

Considere los pasos 1, 2 y 3 para las variables Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello; para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración el paso 4.

**Pasos:**

1. Observe al trabajador y seleccione la postura crítica para la región del cuerpo evaluada (Auxiliarse con las figuras y el texto).
2. Adicione el ajuste en caso que corresponda para obtener la Carga postural.
3. Determine el riesgo por variable dado por la interacción entre la Carga postural y el movimiento de la región del cuerpo; anótelos en la casilla correspondiente.
4. Determine el valor de riesgo para las variables Ritmo, Esfuerzo y Autovaloración según se indica en cada tabla; anótelos en la casilla correspondiente.
5. Sume los valores de riesgo para obtener el **Riesgo Total**.
6. Determine el **Nivel de Riesgo** correspondiente.

Tronco

Carga postural	Movimiento del Tronco			
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)
1	1	1	2	3
2	3	2	4	5
3	6	3	6	7
4	9	4	6	9

8

+

Brazo

Carga postural	Movimiento del Brazo			
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (intermitentes)	Frecuente (regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)
1	1	1	2	3
2	4	2	5	7
3	5	3	6	8
4	9	4	9	9

6

+

Muñeca

Carga postural	Movimiento de la Muñeca		
	Poco frecuente < 10 veces/trán	Frecuente 11-20 veces/trán	Muy frecuente > 20 veces/trán
1	1	2	3
2	2	4	5
3	3	5	6

5

+

Cuello

Carga postural	Movimiento del Cuello		
	Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente
1	1	1	2
2	4	2	6
3	7	3	7

1

+

Ritmo

Duración efectiva de la tarea en (horas)	Velocidad de trabajo				
	Muy lento (trabajo muy relajado)	Lento (somnoliento su tiempo)	Normal (velocidad normal de movimiento)	Rápido (posible de soportar)	Muy Rápido (difícil o imposible de soportar)
< 2 h	1	1	1	4	5
2-4 h	1	2	2	5	6
4-6 h	2	3	3	6	7
> 6 h	2	4	5	7	7

4

+

Esfuerzo

Clasificación	Escala de Borg	Esfuerzo percibido	Frecuencia		
			< 5 por minuto	5-10 por minuto	> 10 por minuto
Ligero	2-2	Relajado (esfuerzo poco notorio)	1	2	6
Algo Pesado	3	Esfuerzo claro-perceptible	1	2	6
Pesado	4-5	Esfuerzo evidente-expresión facial sin cambios	3	7	8
Muy Pesado	6-7	Esfuerzo sustancial-cambios en la expresión facial	6	8	9
Casi Máximo	8-10	Uso de hombros y tronco para hacer esfuerzos	7	8	9

1

+

Autovaloración

Descripción	Riesgo
Nada estresante	1
Un poco estresante	2
Estresante	3
Muy estresante	4
Excesivamente estresante	5

2

+

Riesgo Total

= 27

Niveles de Riesgo		
Riesgo Total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
●	7-14	Bajo No son necesarios cambios
●	15-23	Medio Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
●	24-35	Alto Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
●	> 35	Muy Alto Se requiere de cambios inmediatos

Empresa: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo: \_\_\_\_\_

Trabajador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fuente: Rodríguez, Y. y otros, 2013. ERIN: A practical tool for assessing work-related musculoskeletal disorders. Occupational Ergonomics, (11) 59-73

ERGO.YES  
www.ergoyes.com

© Prof. Dr. C. Yordán Rodríguez Muiz  
ergoiba@gmail.com

Se puede concluir que el nivel de riesgo para esta actividad es **alto** principalmente debido a los riesgos concentrados en el tronco y las extremidades superiores por lo que se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo ya que esta influyendo sobre la salud del operario pudiéndole ocasionar afectaciones graves en el sistema músculo-esquelético.

---

por parte de los cuatro trabajadores una baja puntuación. Los aspectos negativos de satisfacción están dados por las condiciones del puesto (en este caso por su diseño), la repetitividad de su trabajo y las posturas que adquieren durante las actividades. Después de evaluado los movimientos la postura y clasificar la actividad se concluye que toda la jornada laboral se realiza de pie comprometiendo también los miembros superiores siendo esta la causa fundamental de las dolencias manifestadas y ser en 2 actividades el movimiento estático afectando los miembros superiores del cuerpo en mayor medida. Como la actividad se realiza de pie se calculó el gasto energético del operario que más trabaja en el puesto (Yeliset) y se supo entonces que el trabajo realizado se clasifica como *medio*. A pesar de esta clasificación se aplicó el método ERIN para estudiar con mayor profundidad el nivel de riesgo ya que existe una alta repetitividad de las actividades durante la jornada laboral y se obtuvo que es alto en el tronco y las extremidades superiores comprometiendo su salud por lo que se recomienda realizar cambios en breve período de tiempo, sustentado en la gravedad de los problemas encontrados al inicio del estudio.

### **Fase III. Diseño y evaluación**

Primeramente, se selecciona la estrategia de intervención que incluye el contenido y dirección de este proceso. Para el puesto que ocupa este estudio el contenido de la intervención será un *rediseño ergonómico del puesto* y la *ergonomía participativa* donde fluye la comunicación y se eleva el nivel en que están involucrados los afectados. El uso de la *ergonomía participativa* será una característica distintiva igualmente. El control o dirección del proceso de intervención lo dirige en esta situación exclusivamente el *equipo de trabajo*; sin excluir la participación activa de los operarios que se integran al mismo. Además, el especialista en ergonomía actúa como “consultor externo” como se explicó en el estudio de caso anterior. A continuación se cumplen cada una de los pasos del procedimiento para el diseño del programa de intervención los cuales quedan expresados en el Cuadro No. 13. De manera semejante, el diseño del pre-experimento para este puesto de trabajo, solo abordará la pre-prueba y se planificará como llevar a cabo la intervención.

### **Implementación parcial del programa de intervención en el puesto de trabajo de Fijado de junta de la bujía**

La pre-prueba (evaluación de las variables dependientes) es realizada y son planteadas las hipótesis estadísticas para el análisis (observar Tabla No 8. Fue aplicado el mismo instrumento

**Cuadro 13. Diseño del programa de intervención para el puesto de fijado de junta**

Elementos del programa	Aspectos que lo integran
1. Antecedentes	<p>Los principales aspectos que justifican la aplicación del programa de intervención se centran en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insatisfacción de los trabajadores por el trabajo a desarrollar en el puesto que provoca agotamiento y dolencias en diferentes partes del cuerpo.</li> <li>• Diseño inadecuado del puesto de trabajo fundamentalmente al no existir correspondencia entre la silla y la altura de trabajo que define la mesa existente en el puesto.</li> <li>• Tensiones que se crean para el cumplimiento de los planes productivos que contrastan con altos niveles de aprovechamiento de la jornada laboral, la productividad y el nivel de dolencias existentes.</li> </ul>
2. Objetivos	<p><b>General:</b> Realizar un rediseño ergonómico del puesto de <i>Fijado de la Junta de la Bujía</i> haciendo uso de la ergonomía participativa para elevar los niveles de producción, disminuir la producción no conforme y disminuir las posibilidades de la aparición del cansancio y dolencias músculo-esqueléticas en los operarios de dicho puesto.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un programa de intervención que contemple una investigación para el análisis de su efecto en los resultados de producción, producción no conforme y la disminución del cansancio y dolencias en los trabajadores.</li> <li>• Comunicar las características propias del desarrollo del programa y los resultados obtenidos a todos los niveles involucrados.</li> </ul>
3. Diseño de la investigación	<p><b>Planteamiento del problema:</b> La inadecuada concepción ergonómica del diseño del puesto de trabajo afecta el incremento de los niveles de producción, la disminución de la producción no conforme y promueve el desarrollo de dolencias y del cansancio en los trabajadores.</p> <p><b>Objetivos de la investigación:</b> Coinciden en su totalidad con los objetivos previstos dentro del Programa de Intervención.</p> <p><b>Preguntas de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué diseño experimental es el más adecuado para el desarrollo de la investigación?</li> <li>• ¿Qué actividades debe contemplar el programa de intervención con vistas a elevar los niveles de producción, disminuir la producción no conforme y disminuir el cansancio y/o dolencias en los trabajadores?</li> <li>• ¿Se transmiten a todos los niveles involucrados las conclusiones derivadas del programa de intervención?</li> <li>• ¿La evaluación sistemática y final del programa posibilita precisar su valor, las deficiencias acontecidas y las posibles medidas para su mejora?</li> </ul> <p><b>Tipo de investigación:</b> Investigación-acción</p> <p><b>Hipótesis de Investigación</b> <math>H_i</math>: El programa de intervención permite aumentar los niveles de producción, disminuir la producción no conforme y evitar la aparición del cansancio y dolencias en el puesto de Fijado de la Junta de la Bujía.</p> <p><b>Variables de la investigación:</b> Variable Independiente (Vi): Programa de Intervención: conjunto de acciones que son puestas en práctica en el puesto relacionadas con: la participación activa de los trabajadores durante el programa, rediseño</p>

**Cuadro 13. Continuación**

	<p>ergonómico del puesto de Fijado de la Junta de la Bujía.</p> <p><b>Variabes Dependientes (Vd):</b>  Niveles de producción  Producción no conforme  Percepción del cansancio y dolencias</p> <p><b>Diseño de la intervención o investigación experimental:</b>  Se aplicó un diseño pre-experimental al existir sólo un puesto de trabajo dentro del proceso.</p> <p><math>G O_1 X O_2</math></p> <p>donde:  G: Grupo de sujetos que trabajan en el puesto  X: tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel de la variable independiente)</p> <p>medición de los indicadores de evaluación; si aparece antes del estímulo es una pre-prueba y si aparece después del estímulo es una pos-prueba</p>
<p>4. Actualización de la situación inicial planificada en el desarrollo del programa</p>	<p>Actualmente se continúa trabajando bajo las mismas condiciones y se continúa con el trabajo en el puesto en determinados días del mes (por lo general se comienza a trabajar a los 10 días de empezar este).</p>
<p>5. Actividades planificadas dentro del programa de intervención.</p>	<p><b>Primera y única actividad:</b> Realizar un diseño ergonómico y distribución espacial del puesto que permita el cumplimiento de los principios de economía de movimientos, el uso más eficiente de ambas manos y la posibilidad de adquirir posturas adecuadas durante el desarrollo del trabajo.</p> <p>Objetivo: Presentar un prototipo en diseño 3D de la nueva concepción del puesto de trabajo.</p>
<p>6. Efectos esperados y no esperados</p>	<p><b>Efectos esperados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoras de los niveles de producción de cada trabajador. Aquí específicamente se espera incrementar la producción en un 3 % en el primer periodo de aplicación del programa de intervención.</li> <li>• Disminución de la producción no conforme en un 10 %.</li> <li>• Disminución de la percepción del cansancio por parte de los trabajadores en un 80 %.</li> </ul> <p><b>Efectos no esperados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los resultados pueden no lograrse en los niveles deseados y solamente pueden, al final del experimento, observarse ligeras mejoras debido a que el trabajador tenga que realizar el trabajo del obrero auxiliar. Esto implicaría que se pare del asiento para trasladar la producción fuera del puesto.</li> <li>• Ocurrencia de cambios o modificaciones del proceso que no son consideradas ya que se garantiza el control durante la intervención.</li> </ul>

**Tabla 8: Hipótesis durante la pre-prueba (antes de la intervención)**

<p><b>Pruebas estadísticas para la medición de las variables</b></p>
<p><b>Hipótesis de la prueba estadística no paramétrica Kruskal- Wallis para medir la percepción sobre el cansancio y dolencias</b></p> <p><math>H_0 : p_1 = p_2 \dots = p_n</math> No existen diferencias significativas entre las respuestas a las preguntas formuladas</p> <p><math>H_i : p_1 \neq p_2 \dots \neq p_n</math> Existen diferencias significativas entre las respuestas a las preguntas formuladas</p> <p>Nivel de significación <math>\alpha = 5\%</math></p>
<p><b>Hipótesis de la prueba estadística Prueba T para una muestra para comparar la producción total y la producción no conforme al final de la jornada</b></p> <p><math>H_0 : p_1 = p_2 \dots = p_n</math> No existen diferencias significativas entre los niveles de producción de un mes a otro</p> <p><math>H_i : p_1 \neq p_2 \dots \neq p_n</math> Existen diferencias significativas entre los niveles de producción de un mes a otro</p> <p><math>H_0 : p_1 = p_2 \dots = p_n</math> No existen diferencias significativas entre la producción no conforme de un mes a otro</p> <p><math>H_i : p_1 \neq p_2 \dots \neq p_n</math> Existen diferencias significativas entre la producción no conforme de un mes a otro</p> <p>Nivel de significación <math>\alpha = 5\%</math></p>

*p: probabilidad asociada con la ocurrencia conforme de  $H_0$ , desde  $p = 1 \dots n$  siendo  $n$  el número de casos recogidos independientemente en una sola muestra.*

para medir la percepción acerca del cansancio y las dolencias recopilando cada una de las respuestas brindadas por los trabajadores (observar Anexo No 11 con resultados de la aplicación del instrumento), con el objetivo de conocer si existe diferencias significativas en las respuestas formuladas. A todos los resultados obtenidos en las variables dependientes (percepción del cansancio y molestias, producción, producción no conforme del primer trimestre del año) se le aplicó la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para comprobar si los datos recopilados seguían una distribución normal. Para el caso de la comprobación de la normalidad en los datos de producción se tomaron los valores del operario más frecuente del puesto seleccionado, con el objetivo de comprobar si existían diferencias significativas entre los niveles de producción mensualmente (*Prueba utilizada: Contraste de medias Prueba T para una muestra*), tomando como punto de comparación la norma de trabajo en el puesto (observar Anexo No 12).

Los resultados, haciendo uso del paquete profesional SPSS Statistics, arrojaron que los datos siguen una distribución normal comparando los datos siguientes:

Percepción del cansancio: (0.195 > 0.05)

---

Producción:  $(0.553 > 0.05)$

Producción no conforme:  $(0.972 > 0.05)$

En particular, en cuanto a las preguntas realizadas con el instrumento para evaluar la percepción del cansancio se obtuvo que todos los trabajadores comienzan las jornadas laborales descansados y terminan "algo cansados o "cansados". Además comienzan a sentirse de esta manera después de la 1:00 pm y el viernes es el día más agotador. Las dos causas que según los operarios favorecen el cansancio son: la acumulación del trabajo y la ubicación del equipo (relacionada con el diseño del puesto). Los lugares señalados con molestias durante el trabajo fueron: las piernas y en mayor medida los brazos y hombros. Las pausas de descanso son aceptadas por los operarios considerando correcto el horario establecido y contando el lugar para tomar los descansos con las condiciones adecuadas. Los trabajadores no prefieren realizar otros trabajos dentro del área, ni tampoco éste de manera repetitiva. A su vez, se le aplicó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para comprobar si existía variabilidad entre las respuestas obtenidas y sus resultados mostraron que no existían diferencias significativas  $(0.786 > 0.05)$  entre las respuestas de cada trabajador a las preguntas formuladas relacionadas con la percepción acerca del cansancio lo que corrobora la similitud de las respuestas de los trabajadores.

Por otra parte, a los resultados de producción en la pre-prueba (observar Anexo No 12) mostraron a través de la prueba paramétrica "Prueba T para una muestra" que existe variabilidad en los niveles productivos de un mes a otro  $(0.02 < 0.05)$ , evidenciando que antes de implementar el programa de intervención existe una situación desfavorable en la estabilidad de la producción. De igual manera se procesaron por el software los datos de la producción no conforme correspondiente al operario más frecuente en el puesto de trabajo. Al comparar las medias de estas producciones mediante la misma prueba utilizada ("Prueba T para una muestra") para esta variable se obtuvo  $(0 < 0.05)$  por lo que existen diferencias significativas entre las producciones no conformes de un mes a otro, lo cual afecta notablemente la calidad final de los lotes. Es preciso señalar que los valores tuvieron ascensos en el período de la pre prueba.

La puesta en práctica de la actividad principal prevista dentro del programa de intervención fue concebida de forma progresiva durante la implementación del procedimiento donde cada uno de los detalles del nuevo diseño fueron siendo analizados con la participación activa de los miembros del equipo de trabajo. El diseño fue creado en 3D a partir del software Solidwork y sus diferentes vistas fueron creadas en el programa Auto CAD. Al igual que en el estudio de caso

anterior, se les explicó a los trabajadores los resultados obtenidos y las afectaciones existentes. El Cuadro No. 14 muestra el diseño propuesto en 3D y sus dimensiones correspondientes. El nuevo diseño cuenta con la ubicación de una silla con tablero de madera o de poliuretano integral y con unos apoyapiés, 2 mesas auxiliares que se situarían 1 a cada lado de la silla, donde se colocarían las bujías sin procesar al lado izquierdo y las terminadas al lado derecho. Además el diseño incluye variar la altura de la mesa principal existente donde se continuaría también depositando las tártaras de igual forma.

Para realizar la propuesta del nuevo diseño fue imprescindible tomar todas las medidas antropométricas necesarias para que este diseño se adecúe a los trabajadores y se mejoren o eliminen parcialmente los problemas existentes en el puesto. En la Tabla No. 9 se muestran las dimensiones antropométricas a partir de las cuales se calculan las medidas relevantes del puesto (ver cálculos en el Anexo No 13) y las medidas se muestran en la Tabla No. 10.

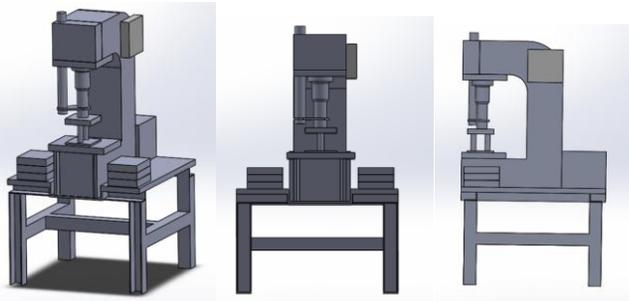
**Tabla No 9. Dimensiones antropométricas de los operarios del puesto seleccionado**

Dimensiones Antropométricas (cm)	Yeliset	Mabel	Danilo	Sagily	Media ( $\bar{X}$ )	Desviación típica( $\sigma$ )
Altura del codo sentado (ACS)	26	23	25	23	24.25	1.50
Altura del codo de Pie (AC)	103	106	109	104	105.5	2.64
Altura Poplítea (AP)	42	48	52	47	47.25	4.11
Altura Iliocrestal (AI)	20	20.5	21	19.5	20.25	0.64
Altura Subescapular (AS)	38	41	48	40	41.75	4.74
Ancho de las caderas (ASC)	49	47	38	46	45.0	5.31
Longitud Sacropoplítea (LSP)	39	41	50	40	42.5	5.06
Longitud del muslo (LM)	32	34	38	32	34.0	2.82
Altura del Muslo (AM)	20	18	16	19	18.25	1.70
Alcance Máximo del Brazo (AMB)	72	75	81	73	75.25	4.03
Alcance Lateral del Brazo (ALB)	69	74	80	72	73.75	4.64

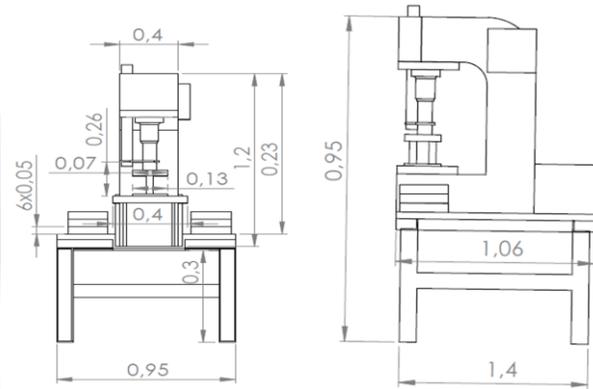
El encuentro realizado para presentar esta información y el nuevo diseño propuesto que incluye una nueva distribución espacial mostró comentarios positivos de los trabajadores mostrándose entusiastas ante el próximo cambio. La propuesta de solución fue discutida también con la máxima dirección de la empresa lográndose distribuir la responsabilidad para su solución desde los máximos niveles de dirección hasta el Taller de Montaje en cuestión donde se encuentra el puesto.

**Cuadro 14. Diseño actual y propuesto en 3D y sus dimensiones correspondientes**

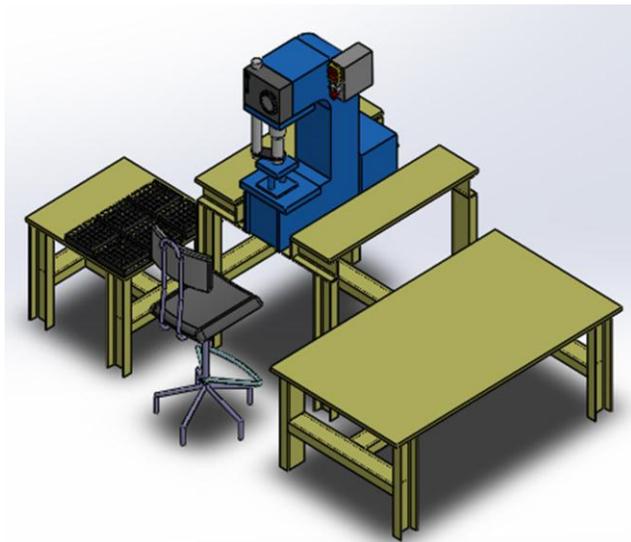
**Diseño actual del puesto en 3D**



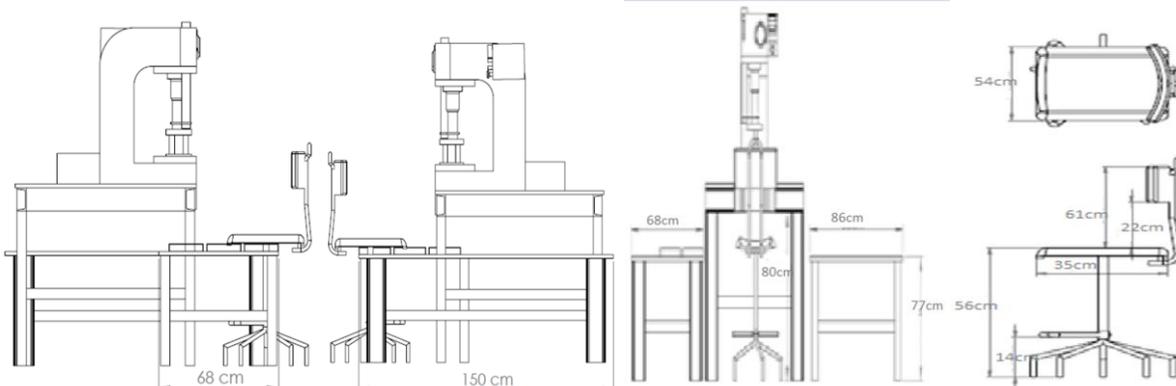
**Dimensiones del puesto actual (cm)**



**Diseño propuesto en el programa de intervención**



**Dimensiones del diseño propuesto en sus diferentes vistas (cm)**



**Tabla No 10. Dimensiones relevantes del diseño**

<b>Mesa Principal</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>
Altura Inferior	80
Largo	95
Ancho	106
<b>Mesa Auxiliar tipo 1 (lado derecho)</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>
Altura	77
Ancho	86
Largo	150
<b>Mesa Auxiliar tipo 2 (lado izquierdo)</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>
Altura	77
Ancho	68
Largo	67
<b>Silla de tablero con apoyapiés</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>
Altura del Asiento	56
Altura Inferior del Respaldo	22
Altura Superior del Respaldo	61
Ancho del Asiento	54
Profundidad del Asiento	35
Altura del Apoyapiés	14

A su vez, el compromiso de los empleados en aspectos que reconocieron eran por descuido, fue un resultado positivo de la reunión. Fueron adoptadas soluciones como rediseño de la mesa de trabajo, diseño de una silla para que el operario no se agote durante la jornada laboral y ubicar las tártaras en las mesas auxiliares de tal manera se coloquen a ambos lados de la silla.

#### **Análisis de la factibilidad económica**

El análisis de la factibilidad económica del programa planificado (ver Tabla No. 11 y 12) realizado mostró los gastos para llevar a efecto el mismo. En cuanto a las mejoras del puesto la silla fue encargada a la Empresa Industrial de Mueble Ciego de Ávila, el precio incluye la mano de obra y se suman los gastos por transporte.

La consultoría fue realizada por la Universidad "Martha Abreu" de las Villas a partir del mes de enero y hasta junio laborando la mitad del mes solamente y cuatro horas diarias a un costo de \$15/hora. Se estima que además del gasto inicial la propuesta incurra en un costo de \$200 al año por mantenimiento como pueden ser pintura, y cambio de algún componente que se deteriore.

**Tabla No 11. Costos de la intervención**

Concepto	Año: 2017
1. Implementación de la herramienta	
Salario del Consultor.....	\$ 5400.00
Otros viajes del consultor.....	\$ 100.00
Subtotal	\$ 5500.00
2. Rediseño del área de trabajo	
• Silla de tubo con fondo y espaldar de madera o poliuretano y con apoyapiés .....	\$600.00
• Servicio de transportación .....	\$500
Subtotal	\$ 1100.00
Total de Gastos Directos	\$ 6600.00
Gastos Indirectos(10 % GD)	\$ 660.00
Total de Gastos	\$ 7260.00

**Tabla No 12. Flujo de caja en la planificación del programa de intervención**

Años	0	1	2	3
Gastos	-7260	-200	-200	-200
Ingresos	0	1330278.85	1330278.85	1330278.85
Flujo de Caja.	-7260	1330078.85	1330078.85	
VAN=\$3,998,096.55				
TIR=205%				

Los ingresos fueron calculados en relación a las ganancias obtenidas por la venta de bujías en los tres meses analizados considerando un incremento del 3 % de la producción y una disminución del 10 % de la producción no conforme (ver Anexo No 14) para un periodo de 3 años.

Se espera que la empresa permita acceder a la compra de todo lo anteriormente planteado, ya que se encuentra en condiciones de realizar la inversión y esta es rentable ya que el VAN es mayor que cero y el índice de recuperación.

### Conclusiones parciales

- El procedimiento desarrollado permitió evaluar ergonómicamente los puestos de trabajo objeto de estudio y precisar los problemas que lo afectan, proponiendo mejoras ante las dificultades detectadas, según muestran los resultados de los dos estudios de casos presentados
- En la investigación se detectaron deficiencias en la calidad de vida laboral producto a las condiciones de trabajo, lo que influye en que el trabajador se sienta insatisfecho y desmotivado; esto unido a la repetitividad del trabajo y el trabajo estático existente trae

---

consigo la aparición de dolencias músculo esqueléticas lo que provoca la variabilidad de los niveles productivos.

- Las propuestas de soluciones proyectadas por el equipo de trabajo en ambos casos de estudios estuvieron encauzadas a optimar el diseño de los puestos lo que contribuirá a mejorar las condiciones de trabajo, elevando así el nivel de satisfacción de los trabajadores, para así aumentar su desempeño y en particular, los niveles de producción.

---

## ***Conclusiones generales***

- La revisión bibliográfica desarrollada en el primer capítulo a partir de la situación problemática planteada mostró el papel decisivo de la ergonomía a la estrategia empresarial y la importancia de la concepción de los sistemas socio-técnicos para la seguridad y la ergonomía misma en relación estrecha con el diseño de sistemas de producción. Igualmente, se mostró como el análisis costo-beneficio juega un papel principal a la hora tomar decisiones sobre la aplicación de una intervención ergonómica.
- La utilización del procedimiento propuesto en los puestos objeto de estudio permitió, en primer lugar, demostrar la existencia del problema de investigación planteado y, en segundo lugar, determinar la factibilidad y conveniencia en la utilización de un procedimiento sólido y efectivo para evaluar ergonómicamente puestos de trabajo y proponer mejoras que conduzcan a elevar los niveles de producción a medida que disminuyen las dolencias músculo-esqueléticas.
- La aplicación de instrumentos y técnicas del Estudio de Métodos, la Matemática Aplicada, la Ergonomía así como el uso de paquetes profesionales tanto para el análisis estadístico como para el diseño de las propuestas permiten demostrar la solución al problema de investigación planteado de forma viable.
- La determinación correcta de las técnicas empleadas permitió evaluar de forma integral el desempeño de los puestos estudiados, analizando las deficiencias detectadas desde el punto de vista ergonómico y humano con un enfoque sistémico, brindando a la dirección información valiosa para la toma de decisiones. Las propuestas de soluciones planteadas están dirigidas a mejorar los puestos objeto de estudio y con ello elevar la satisfacción de los trabajadores y la producción de los mismos, dando así cumplimiento al objetivo general planteado en la investigación.

---

## ***Recomendaciones***

Sobre la base de las conclusiones se recomienda:

- Implementar en un corto período de tiempo las propuestas de mejora planteadas para los puestos estudiados.
- Extender la aplicación del procedimiento para la intervención ergonómica a otros puestos de trabajo de la empresa que estén presentando problemas similares.

---

## ***Bibliografía***

- ALONSO BECERRA, A. (2006). *Ergonomía*. La Habana, Cuba. Editorial Felix Varela.
- AXELSSON, J. R. C. (2000). Quality and ergonomics: towards successful integration, in Linköping studies in science and technology. *Dissertations* [Online], p.616.
- BARBA ROMERO, S. (1997). Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. *Colección de Economía*. España.
- BUBB, H. (2003). A consideration of the nature of work and the consequences for the human-oriented design of production and products ergonomics. *Ergonomics*. p.1-7.
- BADHAM, R.; COUCHMAN, P. & ZANKO, M. (2000). Implementing concurrent engineering. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 10 (3), p. 237-249.
- BREEDVELD, P. (2005). Factors influencing perceived acceptance and success of ergonomists within European organizations, in RSM Erasmus University. p. 99.
- BUCKLE, P. & DEVERAUX, J. (1999). Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *European agency for Safety and Health at Work* [Online].
- CARAYON, P.; HANCOCK, P.; LEVESON, N.; NOY, Y. I.; SZNELWAR, L. & VAN HOOTEGEM, G. (2015). Advancing a Sociotechnical Approach to Workplace Safety: Developing the Conceptual Framework. *Ergonomics*. p 322-350
- CASARES LI, A. & VIÑA BRITO, S. J. (2016). Análisis de errores humanos mediante la tecnología TErEH: experiencias en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, Vol. XXXVII/No. 1, p. 49-58.
- Chapanis, A. (1996). *Human Factors in Systems Engineering*. J. Wiley, New York.
- Daza Beltran, C.; Saravilla-Pinilla, M. & García Acosta, G. (2017). Eco-productivity as an indicator for sustainability. Conference Paper 23rd Annual ISDRS Conference.
- DEKKER, S.(2015). *Safety Differently*. Boca Raton: FL: CRC Press.
- DRURY, C. G. (2000). Global quality: linking ergonomics and production. *International Journal of Production Research*. 38 (17), p. 4007-4018.
- DUL, J. (2003). The strategic value of ergonomics for companies, in *Human Factors in Organisational Design and Management VII*. In: H. LUCZAK AND K.J. ZINK (ed.). Aachen, Germany: IEA Press.
- DUL, J. & NEUMANN, P. (2005). Ergonomics Contributions to Company Strategy. *Human Factors and Ergonomics in a Manufacturing*. 9 (4), p. 108-214.

- 
- Emery, F.E. & Trist, E.L. (1978). Analytical model for socio-technical systems. In W. A. Pamore & J. J. Sherwood Eds., *Socio-technical systems: A sourcebook*. La Jolla, CA: University Associates, Inc. p. 120-133
  - FAGOR. Método perfil de puesto. Fagor salud laboral, 1987.
  - Finnish Institute of Occupational Health. (1989). Ergonomic workplace analysis. Ergonomic Section. Finnish Institute of Occupational Health Helsinki, Finland.
  - FLACH, J. M. & Dominguez, C. O. (1995). “Use-Centered Design: Integrating the User, Instrument, and Goal”. *Ergonomics in Design*, 3 (3), p. 19–24.
  - GARCÍA ACOSTA, G.; SARAVIA PINILLA, M. E. & MORALES, K. L. (2012). Ergoecology: Fundamentals of a new multidisciplinary field Article. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*.
  - GARCÍA, J. & REAL, G. (2005). *El Hombre y su Ambiente Laboral*, Matanzas: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2005. págs. 10-30.
  - GAIRÍN, J.; MORALES, R.; CASTRO, D.; MARTÍN, M. & SANS, J. (2011). La Seguridad Integral en los centros de enseñanza obligatoria de España. *Seguridad y Medio Ambiente*, Fundación MAPFRE. Primer trimestre No. 121, p. 22-34.
  - GUIMARÃES, L. B. D. M.; RIBEIRO, J. L. D. & RENNER, J. S. (2012). Coste benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company. *Applied Ergonomics*, 43, p. 948-957.
  - Guélaud, F.; Beauchesne, M. N.; Gautrat, J. & Roustan, G. (1978). El método LEST. Laboratoire d'Économie et de Sociologie de Travail.
  - Hendrick, H.W. (1986). Macroergonomics: A conceptual model for integrating human factors with organizational design. In O Brown, Jr., & H.W. Hendrick Eds. *Human Factors in Organizational Design and Management II* pp. 467-478. Amsterdam:North-Holland.
  - Hendrick, H.W. (1991), Ergonomics in organizational design and management, *Ergonomics*, Vol. 34, No. 6, p. 743-756.
  - HAGBERG, M.; SILVERSTEIN, B.; WELLS, R. P.; SMITH, R.; CARAYON, P.; HENDRICK, H. P.; PERUSSE, M.; KUORINKA, I. & FORCIER, L. (1995). *Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD): A Handbook for Prevention*, London, Taylor&Francis.
  - Ho, D. C.K. & Duffy, V.G. (2010) “Modelling a macro-ergonomics approach to work systems design: An analysis of organizational context”. p. 332-353.

- 
- HENDRICK, H. A. & KLEINER, B. M. (2001). *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*. Santa Monica: CA: The Human Factors and Ergonomics Society Press.
  - HARDJONO, T. & KLEIN, P. D. (2004). Introduction on the European Corporate Sustainability Framework (ECSF). *Journal of Business Ethics*, 55(2), p. 99-113.
  - IEA. (2000). What is Ergonomics? International Ergonomics Association. Disponible en <http://www.iea.cc>.
  - INSHT. (1991). Condiciones de trabajo: instrucciones de uso. 1991. Traducción de “Conditions de travail, mode d’emploi” Agence Nationale pour l’Amélioration de Conditions de Travail. (ANACT).
  - INSHT. (1976). Los perfiles de puestos. Método RNUR o RENAULT. Traducción de “Les profils de postes” méthode d’analyse des conditions de travail. RNUR.
  - JAN DUL, P. N. (2005). Ergonomics Contributions to Company Strategy. *Applied Ergonomics*, vol 5 (3), p.240-255.
  - JOHANSSON, J. A.; KADEFORS, R.; RUBENOWITZ, S.; KLINGENSTIERNA, U.; LINDSTROM, I.; ENGSTROM, T. & JOHANSSON, M. (1993). Musculoskeletal symptoms, ergonomic aspects and psychosocial factors in two different truck assembly concepts. *International Journal of Industrial Ergonomics* 12, p. 35-48.
  - KADEFORS, R.; ENGSTRÖM, T.; PETZÄLL, J. & SUNDSTRÖM, L. (1996). Ergonomics in parallelised car assembly: a case study, with reference also to productivity aspects. *Applied Ergonomics*, 27(2), p. 101-110.
  - Kleiner, B.M. (1999). Macroergonomic analysis to design for improved safety and quality performance. *International Journal of Occupational Safety and Health*, vol 5, p. 317-245.
  - KLEINER, B. M. & BOOHER, H. R. (2003). *Handbook of Human Systems Integration*, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons.
  - KLEINER, B. M., HETTINGER, L. J., DEJOY, D. M. Y.H., HUANG, & LOVE, P. E. D. (2015). Sociotechnical Attributes of Safe and Unsafe Work Systems. *Ergonomics* 3 (1) p. 280-291.
  - Lange Morales, K.; Thatcher, A. & García Acosta, G. (2014). Synergies between ergoecology and green ergonomics: a contribution towards a sustainability agenda for HFE. Conference Paper. 11<sup>th</sup> International Symposium on Human Factors in Organisational Design and Management and the 46th Annual Nordic Ergonomics Society Conference.

- 
- LEVESON, N. (2012). *Engineering a Safer World*. Cambridge MA: MIT Press.
  - LIN, L.; DRURY, C. G. & KIM, S. W. (2001). Ergonomics and Quality in Paced Assembly Lines. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 11(4), p. 377-382.
  - LOVE, P. E. D. & GUNASEKARAN, A. (1997). Process re-engineering: A review of enablers. . *International Journal of Production Economic*, 50(3), p. 183-197.
  - LUCZAK, H. (2000). Editorial. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 10 (3), p. 233-235.
  - MEJIAS HERRERA, S. (2003). *Herramienta de intervención macroergonómica para el mejoramiento de los sistemas de trabajo*. Tesis de Doctorado. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.
  - MEGAN MEKITIAK, W. P. N. (2008). Fitting Ergonomics to Engineering Work. *Applied Ergonomics*, 4 (3), p. 30 - 55
  - MEJIAS HERRERA, S. & SOARES, M. (2014). La evaluación de los sistemas de trabajo y productos: Consideraciones desde la Ergonomía Cultural. *Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations*, Part I.
  - MEJIAS HERRERA, S. & HUACCHO HUATUCO, L. (2010) Macroergonomics Intervention Programmes: Recommendations for their design and implementation. *Journal Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Services*, Volume 21, p. 227-243.
  - MILLER, D. & LEE, J. (2001). The people make the process: commitment to employees, decision making, and performance. *Journal of Management*. 27 (2), p. 163-189.
  - Moray, N. (2000). Culture, politics and ergonomics. *Ergonomics*, 43 (7), p. 858-868.
  - MUMFORD, E. (2006). “The Story of Socio-Technical Design: Reflections on its Successes, Failures and Potential.” *Information Systems Journal*, 16 (4), p. 317–342.
  - NEUMANN, P. & WINKEL, J. (2006). Ergonomics and effective production systems – moving from reactive to proactive development. *Ergonomics*, 4 (5), p. 281-310.
  - NEUMANN, W. P. (2004). Production Ergonomics: Identifying and managing risk in the design of high performance work systems. *Design Sciences*, p. 159.
  - NEUMANN, W. P. & DUL, J. (2010). Human factors: Spanning the gap between OM and HRM. . *International Journal of Operations & Production Management*, 30(9–10), p. 923–950.

- 
- NEUMANN, W. P.; FRAZER, M. B.; COLE, D. C.; WELLS, R. P.; KERR, M. S.; KERTON, R.; BRAWLEY, L. & NORMAN, R. W. (2000). A pilot project for the study of ergonomic interventions in manufacturing environments *IEA 2000\HFES 2000 Congress*.
  - NEUMANN, W. P.; KIHLEBERG, S.; MEDBO, P.; MATHIASSEN, S. E. & WINKEL, J. (2002). A case study evaluating the ergonomic and productivity impacts of partial automation strategies in the electronics industry. *International Journal of Production Research* 6 (40), p. 515-532.
  - NEUMANN, W. P. & WINKEL, J. (2005). Organisational design and the (dis)integration of human factors in production system development. . *10th International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing: Agility and Hybrid Automation HAAMAHA*. San Diego, USA.
  - NOGAREDA, S. (1995). Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo. INSHT, NTP: 387.
  - OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. (2010). TMS: Análisis del riesgo y prevención desde la perspectiva de la normativa ISO y CEN. *Chair IEA TC on Musculoskeletal Disorders, Research Unit "Ergonomics of Posture and Movement" - EPM*. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", abril del 2010, Cuba.
  - OLE BROBERG, V. A. & RIKKE SEIM, (2011). Participatory ergonomics in design processes: The role of boundary objects *Applied Ergonomics*, 42, p. 464-472.
  - Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: Living with High- Risk Technologies*. New Jersey, Princeton University Press, p. 451.
  - PORTER, M. E. (1985). *Corporate Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
  - Rafailov, I.; Fernandes, W.; Fernandes, S. & Soares, M. (2015). Usability of a Magnetic Resonance Equipment 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the affiliated Conferences, AHFE 2015.
  - Real Pérez, G. (2011). *Modelo y sus procedimientos para realizar la intervención ergonómica en el área de las camareras de piso, Caso Varadero*. Informe de predefensa, tesis de doctorado. Cuba, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

- 
- RODRÍGUEZ RUÍZ, Y.; VIÑAS BRITO, S. & MONTERO MARTÍNEZ, R. (2010). "ERIN: un método práctico de evaluación de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos de origen laboral". En: III Congreso Latinoamericano de Ergonomía (Rio de Janeiro: ABERGO).
  - RODRÍGUEZ RUÍZ , Y. & PÉREZ MERGAREJO, E. (2016). Diagnóstico macroergonómico de organizaciones colombianas con el Modelo de madurez de Ergonomía. *Revista Ciencias de la Salud*, Vol 14. Disponible en: <http://www.redalyc.org>.
  - RODRÍGUEZ RUÍZ, Y. & GUEVARA VELASCO, C. (2011). Empleo de los métodos ERIN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo. *Ingeniería Industrial*, Vol. XXXII (1), p. 19-27
  - RODRÍGUEZ RUÍZ , Y. & PÉREZ MERGAREJO, E. (2011). Implementación de un proceso de intervención ergonómica en una imprenta Cubana. *Ingeniería Industrial*, Vol. 8.
  - ROQUE LAURE, Y.; MARIEL, J.; FANELLO, S.; BOISSIÈRE, J. C.; CHIRON, H.; DANO, C.; BUREAU, D. & PENNEAU FONTBONNE, D. (2002). Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. *Occupational and Environmental Medicine*, 59 (7), 452-458.
  - Saravilla Pinilla, M.; Daza Beltran, C. & García Acosta, G. (2017). Corporate sustainability: From anthropocentric to ecospheric approach. Conference Paper 23rd Annual ISDRS Conference.
  - Saravilla Pinilla, M.; Daza Beltran, C. & García Acosta, G. (2015). Applied ergonomics : From anthropocentric to ecospheric approach. Conference Paper 23rd Annual ISDRS Conference.
  - SUNDIN, A.; CHRISTMANSSON, M. & LARSSON, M. (2004). A different perspective in participatory ergonomics in product development improves assembly work in the automotiv industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(1), p. 1-14.
  - TAKALA, J. (2010). La inversión en seguridad y salud laboral, clave para superar la crisis. *Seguridad y Medio Ambiente* , No. 119, p. 6-11.
  - TOMPA, E.; DOLINSCHI, R. & NATALE, J. (2013). Economic evaluation of a participatory ergonomics intervention in a textile plant. *Applied Ergonomics* 44, p. 480-487.
  - VIÑA BRITO, S. (1987) *Ergonomía*. Editorial Pueblo y Educación.
  - Vega, S. (2001). Riesgo psicosocial: el modelo demanda-control-apoyo social (I). NTP: 603.

- 
- Vega, S. (2001). Riesgo psicosocial: el modelo demanda-control-apoyo social (II). NTP: 604.
  - WESTGAARD, R. H. & WINKEL, J. (1996). Guidelines for occupational musculoskeletalload as a basis for intervention: a critical review. *Applied Ergonomics*, 27(2), p. 79-88.
  - WILSON, J. R. (2014). “Fundamentals of Systems Ergonomics/Human Factors”. *Applied Ergonomics*, 45 (1), p. 5–13.
  - WINKEL, J. & MATHIASSEN, S. E. (1994). Assessmentof physical workloadin epidemiologic studies: concepts, issues andoperational considerations. *Ergonomics in Design*, 37, p. 979-988.
  - ZARE, M.; CROQ, M.; HOSSEIN ARABI, F.; BRUNET, R. & ROQUELAURE, Y. (2015). Does Ergonomics Improve Product Quality and Reduce Costs? A Review Article *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*.Wiley Periodicals, Inc, 00, p. 1–19.
  - Zink, J. K. & Fischer, K. (2013). Do we need sustainability as a new approach in human factors and ergonomics?. *Ergonomics*, Volumen 56, Issue 3.
  - Zink, J. K. (2005). Stakeholder orientation and corporate social responsibility as a precondition for sustainability. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16 (8-9), p. 1041-1052.

## Anexo No 1. Cuestionario de evaluación de riesgos psicosociales en el trabajo (CoPsoQ)

### Apartado 1

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.					
1-¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	2	1	0
2-¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	2	1	0
3-¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	1	2	3	4
4-¿Te cuesta olvidar los problemas del trabajo?	4	3	2	1	0
5-¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	1	0
6-¿Tu trabajo requiere que escondas tus emociones?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 1-6					

### Apartado 2

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.					
7-¿Tienes influencia sobre la cantidad de trabajo que se te asigna?	4	3	2	1	0
8-¿Se tiene en cuenta tu opinión cuando se te asignan las tareas?	4	3	2	1	0
9-¿Tienes influencia en el orden en que realizas las tareas?	4	3	2	1	0
10-¿Puedes decidir cuándo hacer un descanso?	4	3	2	1	0
11-¿Si tienes algún problema personal o familiar puedes dejar tu lugar de trabajo al menos una hora sin tener que pedir un permiso especial?	4	3	2	1	0
12-¿Tu trabajo requiere que tengas iniciativa?	4	3	2	1	0
13-¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	2	1	0
14-¿Te sientes comprometido con tu profesión?	4	3	2	1	0
15-¿Tienen sentido tus tareas?	4	3	2	1	0
16-¿Hablas con entusiasmo de tu empresa a otras personas?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 7-16					

## Anexo No 1. Continuación

### Apartado 3

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas. En estos momentos ¿estás preocupado por...					
17-...lo difícil que sería encontrar otro empleo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0
18-...si te cambian las tareas contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
19-...si te varían el salario(que te lo actualicen, que te lo bajen, que te introduzcan el salario variable, que te paguen en especies, etc.)?	4	3	2	1	0
20-...si te cambian el horario(turnos, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 17-20					

### Apartado 4

Pregunta	Respuesta				
	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.					
21-¿Sabes exactamente que margen de autonomía tienes en tu trabajo?	4	3	2	1	0
22-¿Sabes exactamente que tareas son tu responsabilidad?	4	3	2	1	0
23-En tu empresa ¿se te informan con suficiente antelación de los cambios que pueden afectar tu futuro?	4	3	2	1	0
24-¿Recibes toda la información necesaria para hacer bien tu trabajo?	4	3	2	1	0
25-¿ Recibes ayuda y apoyo de tus compañeros o compañeras?	4	3	2	1	0
26-¿ Recibes ayuda y apoyo de tu supervisor inmediato?	4	3	2	1	0
27-¿Tu lugar de trabajo se encuentra aislado del de tus compañeros o compañeras?	0	1	2	3	4
28-En el trabajo ¿sientes que formas parte de un grupo?	4	3	2	1	0
29-¿Tus jefes inmediatos planifican bien el trabajo?	4	3	2	1	0
30-¿ Tus jefes inmediatos se comunican bien con los trabajadores y trabajadoras?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 21-30					

## Anexo No 1. Continuación

**Apartado 5** Este apartado está diseñado para personas que conviven con alguien (parejas, padres hijos...). Si vives solo o sola no respondas, pasa directamente al apartado 6.

Pregunta	Respuesta				
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.					
31-¿Qué parte del trabajo familiar y domestico haces?					
Soy el/la responsable principal y hago la mayor parte de las tareas familiares y domésticas.	4				
Hago aproximadamente la mitad de las tareas familiares y domésticas.	3				
Hago más o menos una cuarta parte la mitad de las tareas familiares y domésticas.	2				
Sólo hago tareas puntuales.	1				
No hago ninguna de estas tareas.	0				
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes preguntas.	Siem pre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
32-Si faltas algún día de casa ¿las tareas domésticas se quedan sin hacer?	4	3	2	1	0
33-Cuando estas en la empresa ¿piensas en las tareas domésticas y familiares?	4	3	2	1	0
34-¿Hay momentos en que necesitarías estar en la empresa y en la casa a la vez?	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 31-34					

## Apartado 6

Pregunta	Respuesta				
Por favor, elige <b>una sola respuesta</b> para cada una de las siguientes frases.	Siempre	Muchas veces	A veces	Sólo alguna vez	Nunca
35-Mis superiores me dan el reconocimiento que merezco.	4	3	2	1	0
36-En las situaciones difíciles en el trabajo recibo el apoyo necesario.	4	3	2	1	0
37-En el trabajo me tratan injustamente.	0	1	2	3	4
38-Si pienso en todo el trabajo y el esfuerzo que he realizado el reconocimiento que recibo en el trabajo me parece adecuado.	4	3	2	1	0
Suma los códigos de tus respuestas a las preguntas del 35-38					

---

## Anexo No 1. Continuación

**Procesamiento del cuestionario. Fuente:** (NTP 603; NTP 604)

### **Análisis de Resultados**

- a) Anotar los puntos que has obtenido en cada apartado de la columna (Puntuación de la Tabla No. 5).
- b) Comparar la puntuación de cada uno de los apartados con los intervalos de puntuaciones que se observan en las tres columnas de la derecha (verde, amarillo y rojo) y subrayar el intervalo que incluya la puntuación anterior.
- c) Ahora se puede ver en qué situación de exposición (verde, amarillo o rojo) a las 6 dimensiones psicosociales se encuentra el operario en el puesto de trabajo
  - Exigencias psicológicas
  - Trabajo activo y posibilidades de desarrollo: influencia, desarrollo de habilidades, control sobre los tiempos
  - Apoyo social y calidad de liderazgo
  - Inseguridad
  - Doble presencia
  - Estima

### **Interpretación de Resultados**

Los tres intervalos de puntuaciones para la población ocupada de referencia que se han observado en la tabla anterior, han sido establecidos mediante una encuesta a una población. Cada uno de estos tres intervalos clasifica la población ocupada de referencia en tres grupos exactamente iguales: el intervalo verde incluye la tercera parte de la población de referencia para la que su puntuación es más favorable para la salud, el intervalo rojo incluye la situación contraria (tercera parte de la población ocupada de referencia para la que su puntuación es más desfavorable para su salud), mientras que el intervalo amarillo define el tercio de la población ocupada de referencia que se encuentra entre los dos extremos verde y rojo. Así pues, estos intervalos significan:

- **Verde:** nivel de exposición psicosocial más favorable para la salud.
- **Amarillo:** nivel de exposición psicosocial intermedio.
- **Rojo:** nivel de exposición más desfavorable para la salud.

Si, por ejemplo, la puntuación en el apartado 1 es 12, ello quiere decir que la organización del trabajo sitúa al operario entre la población ocupada que peor está en cuanto a exigencias psicológicas del trabajo (intervalo rojo). Si, por ejemplo, la puntuación del apartado 6 es 12, ello significa que la organización del trabajo sitúa al operario entre la población ocupada que está en situación intermedia (intervalo amarillo). Si la puntuación del apartado 2 es 30, ello indica que la organización del trabajo sitúa al operario en la población ocupada que mejor está en cuanto a los aspectos positivos del trabajo. Cuando en algún apartado la puntuación obtenida sitúa al operario en intervalo rojo, se vuelve a leer las preguntas de este apartado, éstas dan pistas de cuál puede ser el origen del problema y le ayuda a interpretar los resultados.

## Anexo No 1. Continuación

**Tabla PG**

<i>Apartado</i>	<i>Dimensión Psicosocial</i>	<i>Puntuación</i>	<i>Puntuaciones para la población ocupada de referencia</i>		
			<i>Verde</i>	<i>Amarillo</i>	<i>Rojo</i>
<i>1</i>	<i>Exigencias psicológicas</i>		<i>De 0 a 7</i>	<i>De 8 a 10</i>	<i>De 11 a 24</i>
<i>2</i>	<i>Trabajo activo y posibilidades de desarrollo (influencia, desarrollo de habilidades, control de los tiempos)</i>		<i>De 40 a 26</i>	<i>De 25 a 21</i>	<i>De 20 a 0</i>
<i>3</i>	<i>Inseguridad</i>		<i>De 0 a 1</i>	<i>De 2 a 5</i>	<i>De 6 a 16</i>
<i>4</i>	<i>Apoyo social y calidad de liderazgo</i>		<i>De 40 a 29</i>	<i>De 28 a 24</i>	<i>De 23 a 0</i>
<i>5</i>	<i>Doble presencia</i>		<i>De 0 a 3</i>	<i>De 4 a 6</i>	<i>De 7 a 16</i>
<i>6</i>	<i>Estima</i>		<i>De 16 a 13</i>	<i>De 12 a 11</i>	<i>De 10 a 0</i>

**Puntuación y evaluación de la dimensión psicosocial.**

**Fuente: (Barba – Romero, 1997)**

## Anexo No. 2. Resultados de la medición de la calidad de vida laboral de los trabajadores del puesto de biselado

Indique con una cruz (X) en la escala del 1 al 7 el estado de satisfacción con los aspectos que se muestran, siendo 1 el estado más bajo de satisfacción y 7 el estado más alto. Seguidamente, refleje el estado deseado en cada uno de los aspectos, señalando con un asterisco (\*) el lugar que considera debiera encontrarse su nivel de satisfacción.

Aspectos	1	2	3	4	5	6	7
	Bajo				Medio	Alto	
1. Su salario						XXXX	
2. Los estímulos materiales y morales que recibe por su buen desempeño.						XXXX	
3. Condiciones de trabajo en general.		XXX X					
4. Perspectiva para ser promovido a otro puesto.					XXX	X	
5. Oportunidades para su desarrollo profesional.					XXXX		
6. Seguridad para permanecer en el puesto.		X		X X		X	
7. Satisfacciones que recibe del trabajo.						XXXX	
8. Relaciones con sus compañeros.							XXXX
9. Relaciones con su Jefe inmediato.							XXXX
10. Relaciones con sus superiores.							XXXX
11. El hecho de ser consultado cuando se toman decisiones.					XXXX		
12. La cantidad de influencia y poder que usted tiene.					XXX	X	
13. La variedad de su trabajo.		XXX X					
14. Las comunicaciones para mantenerlo informado.							XXXX
15. La calidad del equipamiento con que usted cuenta para su trabajo.		XXX X					
16. La imagen externa de su institución.							XXXX
17. La calidad de la dirección.							XXXX
18. La cantidad de responsabilidades que posee.						XXXX	
19. El reconocimiento y estimación de sus compañeros.						XX XX	
20. El reconocimiento de sus jefes por el buen trabajo realizado.						XXXX	
La libertad que posee en su equipo de trabajo para organizar las tareas según sus decisiones.							XXXX

Maikel Sibero- Naranja      Eric Carrión- Verde

Regla Betharte- Rojo      Humberto Pentón- Azul

### Anexo No 3. Diagrama bimanual del puesto de biselado

MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA					
Coge la tártara del suelo	○	⇒	▽	D	1	○	⇒	▽	D	Coge la tártara del suelo
Lleva la tártara a la mesa de trabajo.	○	⇒	▽	D	2	○	⇒	▽	D	Lleva la tártara a la mesa de trabajo.
Vierte la tártara hacia la otra tártara que está en la mesa de trabajo.	○	⇒	▽	D	3	○	⇒	▽	D	Vierte la tártara hacia la otra tártara que está en la mesa de trabajo.
	○	⇒	▽	D	4	○	⇒	▽	D	Lleva la tártara vacía hacia la derecha del taladro
	○	⇒	▽	D	5	○	⇒	▽	D	Pone la tártara vacía a la derecha del taladro
Toma la pieza de la bandeja de la izquierda	○	⇒	▽	D	6	○	⇒	▽	D	
Lleva la pieza al taladro	○	⇒	▽	D	7	○	⇒	▽	D	
Bisela la pieza	○	⇒	▽	D	8	○	⇒	▽	D	Ayuda a biselar la pieza
Va a buscar una nueva pieza	○	⇒	▽	D	9	○	⇒	▽	D	Lleva la pieza al depósito de la derecha
	○	⇒	▽	D	10	○	⇒	▽	D	Deposita la pieza
Toma la pieza de la bandeja de la izquierda	○	⇒	▽	D	11	○	⇒	▽	D	
(Se repite de la operación 7 y 8 como promedio 40 veces más.)					12					(Se repite de la operación 8 a la 10 como promedio 40 veces más.)
Se pone de pie					13	Se pone de pie				
Coge el depósito de la derecha	○	⇒	▽	D	14	○	⇒	▽	D	Coge el depósito de la derecha
Lleva el depósito al suelo	○	⇒	▽	D	15	○	⇒	▽	D	Lleva el depósito al suelo
Pone el depósito en el suelo	○	⇒	▽	D	16	○	⇒	▽	D	Pone el depósito en el suelo
luego comienza desde el principio					17	luego comienza desde el principio				

---

## Anexo No 4. Determinación del gasto energético

### Fórmulas utilizadas (Viñas, 1987)

$$GE = Tb B + Tb C + MB \quad (1)$$

$$SC = 0.202 * Peso(kg)^{0.425} * Altura(m)^{0.725} \quad (2)$$

$$GE \text{ ponderado} = \Sigma GET / JL \quad (3)$$

Donde:

GE- Gasto energético

Tb B- Metabolismo para la postura corporal (Valor B)

Tb C- Metabolismo según el esfuerzo corporal (Valor C)

MB- Metabolismo basal

$$\text{Mujer } -35 \frac{kcal}{h * m^2} \quad \text{Hombre } -37 \frac{kcal}{h * m^2}$$

SC- Superficie corporal

GET- Gasto energético total

### Cálculos

$$SC = 0.202 * 92^{0.425} * 1.55^{0.725} = 1.89m^2$$

$$MB = 35 \frac{kcal}{h * m^2} * 1.896m^2 * \frac{1h}{60min} = 1.106 \frac{kcal}{min}$$

$$GE_1 = 0.8 + 5.8 + 1.106 = 7.706$$

$$GE_2 = 0.6 + 5.8 + 1.106 = 7.506$$

$$GE_3 = 0.3 + 1.5 + 1.106 = 2.906$$

$$GE_4 = 0.3 + 2.3 + 1.106 = 3.706$$

$$GE_5 = 0.3 + 1.5 + 1.106 = 2.906$$

$$GE_6 = 0.8 + 5.8 + 1.106 = 7.706$$

$$GE \text{ ponderado} = \frac{1234.07}{399.7} = 3.09 \frac{kcal}{min}$$

---

## Anexo 5. Preguntas para evaluar la percepción del cansancio

1. Por lo general, ¿en qué estado comienza a trabajar?

Descansado: **XXXX**                      no muy cansado:                      cansado:

2. Después de terminar el trabajo usted:

No se siente cansado:

Se siente algo cansado:

Se siente muy cansado: **XXXX**

3. ¿A qué hora de la jornada comienza a sentirse cansado?

Media mañana:

Mediodía:

Hora de almuerzo:

Al final del trabajo: **XXXX**

4. ¿Qué día de la semana se siente más cansado?

Lunes

Martes

Miércoles

Jueves

Viernes **XXXX**

5. ¿Cuál considera usted la causa de su cansancio en su trabajo?

Condiciones de trabajo desfavorables: **XXXX**                      ¿Cuáles? silla incomoda, tener que

Insuficiente tiempo de descanso:                      doblarse, mesa muy cargada

Otras condiciones organizativas:                      ¿Cuáles?

6. ¿En qué lugares siente molestias o dolores? Puede marcar más de uno

Piernas

Rodilla **x**

Tronco

Columna **XXXX**

Brazos **XXXX**

Antebrazos **XXXX**

Hombros

Muñeca

Dedos

7. Sobre el horario de trabajo y las pausas de descanso, ¿usted considera que son adecuadas?      Si **XXXX**      No \_\_\_\_

Si considera que NO lo son, responda

## Anexo 5. Continuación

- ¿El horario de trabajo dispuesto incorrectamente?

- ¿Las pausas de descanso no son suficientes ?

8. Cuando se siente cansado, ¿prefiere realizar otros trabajos dentro de su área de trabajo u otra? Si xxxx No     

¿Cuál? Operador de tornos xxx

Obrero auxiliar o en el taller de mangueras x

9. Prefiere realizar estos trabajos

¿Todo el día? xx

¿Media jornada? x

¿Alternarlos? X

10. ¿El lugar de descanso cuenta con las condiciones adecuadas ?

Si xxxx No      ¿Por qué ?

Regla Betharte- Rojo

Ponderación del cuestionario para el tratamiento estadístico

1. Por lo general, ¿en qué estado comienza a trabajar ?

Descansado:1                      no muy cansado: 2                      cansado: 3

2. Después de terminar el trabajo usted:

No se siente cansado: 1

Se siente algo cansado: 2

Se siente muy cansado:3

3. ¿A qué hora de la jornada comienza a sentirse cansado ?

Media mañana: 3    Mediodía:2

Hora de almuerzo: 2    Al final del trabajo:1

4. ¿Qué día de la semana se siente más cansado ?

Lunes 3      Martes 3                      Miércoles 2      Jueves 1      Viernes 1

5. ¿Cuál considera usted la causa de su cansancio en su trabajo ?

Condiciones de trabajo desfavorables: 3      ¿Cuáles?

---

### Anexo 5. Continuación

Insuficiente tiempo de descanso: 2

Otras condiciones organizativas: 1 ¿Cuáles?

6. ¿En qué lugares siente molestias o dolores? Puede marcar más de uno

Piernas

Rodilla Si marca de 1 a 3 causas-1

Tronco Si marca de 4 a 6 causas-2

Columna Si marca de 7 a 9 causas-3

Brazos

Antebrazos

Hombros

Muñeca

Dedos

7. Sobre el horario de trabajo y las pausas de descanso, ¿usted considera que son adecuadas? Si\_1\_\_\_ No\_\_\_

Si considera que NO lo son, responda

- ¿El horario de trabajo dispuesto incorrectamente? 2

- ¿Las pausas de descanso no son suficientes? 3

8. Cuando se siente cansado, ¿prefiere realizar otros trabajos dentro de su área de trabajo u otra? Si\_2\_ \_\_\_ No\_1\_\_\_

¿Cuál? Operador de tornos

Obrero auxiliar o en el taller de mangueras

9. Prefiere realizar estos trabajos

¿Todo el día? 3

¿Media jornada? 2

¿Alternarlos? 1

10. ¿El lugar de descanso cuenta con las condiciones adecuadas ?

Si\_\_ 1 No\_\_ 2 ¿Por qué ?

---

**Anexo No 6. Análisis estadístico utilizando el software SPSS (procesamiento encuesta relacionada con la percepción del cansancio)**

$H_0$ : No existen diferencias significativas entre la percepción del cansancio entre los trabajadores

$H_1$ : Existen diferencias significativas entre la percepción del cansancio entre los trabajadores

RC:  $p \leq \alpha$  rechazo  $H_0$

**Prueba de Kruskal-Wallis**

Rangos			
	Trabajadores	N	Rango promedio
respuestas	1	10	20.10
	2	10	20.10
	3	10	20.90
	4	10	20.90
	Total	40	

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

	Respuestas
Chi-cuadrado	.061
Gl	3
Sig. asintót.	.996

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:  
trabajadores

$0.996 > 0.05$

Por tanto acepto  $H_0$  y no existen diferencias significativas entre la percepción del cansancio entre los trabajadores

---

## Anexo 7. Procesamiento de los resultados de los niveles de producción

Producción Febrero	Producción Marzo	Producción Abril	Producción Mayo
3887	2223	1657	2446
3978	1651	2556	3355
1785	2730	2604	1811
2583	3192	3967	2910
2694	4965	3713	2758
2055	3303	3174	3109
2801	3840	2550	2692
7519	2275	5100	3847
3749	3408	2495	3170
2728	4104	2699	2252
3858	3802	2906	1497
3710	3520	2237	868
2478	3246	1500	1584
3762	3926	3740	1650
4287	5765	3066	1524
3459	5882	3021	2923
2661	3432	5433	2685
5281	3054		2786
	4969		1765
	4151		2468
	2663		2575
	5002		

### Análisis estadístico utilizando el software SPSS

#### Normalidad de la población

$H_0$ : Los datos siguen una distribución normal

$H_1$ : Los datos no siguen una distribución normal

RC:  $p \leq \alpha$  rechazo  $H_0$

$0.533 > 0.05$  Por tanto acepto  $H_0$  y mis datos siguen una distribución normal.

## Anexo No 7. Continuación

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Producción
N		78
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3172.71
	Desviación típica	1167.775
Diferencias más extremas	Absoluta	.091
	Positiva	.091
	Negativa	-.063
Z de Kolmogorov-Smirnov		.807
Sig. asintót. (bilateral)		.533

$$H_0: \mu_A = 3026$$

$$H_1: \mu_A \neq 3026$$

$$RC / p \leq \alpha \text{ rechazo } H_0$$

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

### Prueba T (comparación de muestras)

#### Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Febrero	18	3515.2 778	1327.87087	312.98216
Marzo	22	3686.5000	1113.34424	237.36579
Abril	17	3083.4118	1054.27920	255.70026
Mayo	21	2413.0952	743.05692	162.14831

#### Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 3026 (norma de producción)					
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Febrero	1.563	17	.136	489.27778	-171.0569	1149.6124
Marzo	2.783	21	.011	660.50000	166.8708	1154.1292
Abril	.225	16	.825	57.41176	-484.6486	599.4721
Mayo	-3.780	20	.001	-612.90476	-951.1402	-274.6693

Para los meses de marzo y mayo rechazo  $H_0$  y existen diferencias significativas en las mediciones de la producción al final de la jornada

**Anexo 8. Resultados de la medición de la calidad de vida laboral de los trabajadores del puesto de fijado de junta.**

Indique con una cruz (X) en la escala del 1 al 7 el estado de satisfacción con los aspectos que se muestran, siendo 1 el estado más bajo de satisfacción y 7 el estado más alto. Seguidamente, refleje el estado deseado en cada uno de los aspectos, señalando con un asterisco (\*) el lugar que considera debiera encontrarse su nivel de satisfacción.

Aspectos	1	2	3	4	5	6	7
	Bajo		Medio			Alto	
1. Su salario							XXXX
2. Los estímulos materiales y morales que recibe por su buen desempeño.						XX	XX
3. Condiciones de trabajo en general.		X	XX X				
4. Perspectiva para ser promovido a otro puesto.					X	XX	X
5. Oportunidades para su desarrollo profesional.			XX	XX			
6. Seguridad para permanecer en el puesto.						X	XXX
7. Satisfacciones que recibe del trabajo.							XXXX
8. Relaciones con sus compañeros.							XXXX
9. Relaciones con su Jefe inmediato.							XXXX
10. Relaciones con sus superiores.							XXXX
11. El hecho de ser consultado cuando se toman decisiones.							XXXX
12. La cantidad de influencia y poder que usted tiene.						XXX X	
13. La variedad de su trabajo.						XXX X	XX
14. Las comunicaciones para mantenerlo informado.						X	XXXX
15. La calidad del equipamiento con que usted cuenta para su trabajo.						XXX	X
16. La imagen externa de su institución.							XXXX
17. La calidad de la dirección.							XXXX
18. La cantidad de responsabilidades que posee.						X	XXX
19. El reconocimiento y estimación de sus compañeros.						X	XXX
20. El reconocimiento de sus jefes por el buen trabajo realizado.							XXXX
21. La libertad que posee en su equipo de trabajo para organizar las tareas según sus decisiones.							XXXX

**Leyenda:** Sagily –Azul Mabel- Rosado Danilo –Verde Yeliset- Amarillo

### Anexo 9. Diagrama bimanual del puesto de fijado de junta de la bujía

MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA			
Coge la tártara del suelo			1				Coge la tártara del suelo	
Lleva la tártara a la mesa.			2				Lleva la tártara a la mesa	
Coloca la tártara llena en la mesa al lado izquierdo			3				Coloca la tártara llena en la mesa al lado izquierdo	
Coloca una tártara vacía al lado derecho de la mesa.			4				Coloca una tártara vacía al lado derecho de la mesa.	
Toma las Bujías de la tártara del lado izquierdo			5					
Coloca las bujías en el equipo			6				Coloca las bujías en el equipo	
Presiona botón para fijar la junta.			7				Presiona botón para fijar la junta.	
Retira las piezas fijada del equipo.			8				Retira las piezas fijada del equipo	
			9				Coloca las piezas fijadas en la tártara del lado derecho	
Coloca las piezas fijadas en la tártara del lado derecho.			10					
Se repiten las operaciones 4-9 como promedio 20 veces			11				Se repiten las operaciones 4-9 como promedio 20 veces	
Se repiten las operaciones de 4-11 como promedio 5 veces.			12				Se repiten las operaciones de 4-11 como promedio 5 veces.	
Toma la tártara con bujías fijadas			13				Toma la tártara con bujías fijadas	
Coloca la tártara en el suelo a la derecha del equipo			14				Coloca la tártara en el suelo a la derecha del equipo	
Se comienza desde el principio.					Se comienza desde el principio.			

---

## Anexo 10. Cálculos para determinar gasto energético (Kcal/min)

### Fórmulas utilizadas (Viñas, 1987)

$$GE = Tb B + Tb C + MB \quad (1)$$

$$SC = 0.202 * Peso(kg)^{0.425} * Altura(m)^{0.725} \quad (2)$$

$$GE \text{ ponderado} = \Sigma GET / JL \quad (3)$$

Donde:

GE- Gasto energético

Tb B- Metabolismo para la postura corporal (Valor B)

Tb C- Metabolismo según el esfuerzo corporal (Valor C)

MB- Metabolismo basal

$$\text{Mujer } -35 \frac{kcal}{h \cdot m^2} \quad \text{Hombre } -37 \frac{kcal}{h \cdot m^2}$$

SC- Superficie corporal

GET- Gasto energético total

### Cálculos

$$GE1 = 0.6 \times 1.7 \times 1.05 \times 63.69 = 68.21$$

$$GE2 = 0.6 \times 2.5 \times 1.05 \times 48.25 = 75.75$$

$$GE3 = 0.6 \times 3 \times 1.05 \times 96.5 = 182.38$$

$$GE4 = 0.6 \times 2.5 \times 1.05 \times 48.25$$

$$GE5 = 0.6 \times 2 \times 1.05 \times 96.5 = 121.59$$

$$GE6 = 0.8 \times 9 \times 1.05 \times 96.5 = 729.54$$

$$GEt = 68.21 + 75.75 + 182.38 + 25.75 + 121.59 + 729.54 = 1203.22$$

$$GEponderado = 1203.22 \div 240 = 5.02 \text{ Kcal/min}$$

---

## Anexo 11. Preguntas para evaluar la percepción del cansancio

1. Por lo general, ¿en qué estado comienza a trabajar?

Descansado:

No muy cansado:

Cansado:

2. Después de terminar el trabajo usted:

No se siente cansado:

Se siente algo cansado:

Se siente muy cansado:

3. ¿A qué hora de la jornada comienza a sentirse cansado?

Media mañana:

Mediodía:

Hora de almuerzo:

Al final del trabajo:

4. ¿Qué día de la semana se siente más cansado?

5. ¿Cuál considera usted la causa de su cansancio en su trabajo?

Condiciones de trabajo desfavorables:     ¿Cuáles?

Doblarse, permanecer de pie

Insuficiente tiempo de descanso:

Otras condiciones organizativas: ¿Cuáles?

6. ¿En qué lugares siente molestias o dolores? Puede marcar más de uno

---

## Anexo 11. Continuación

Piernas **x****x****x****x**

Rodilla

Tronco

Columna

Brazos **x****x****x****x**

Antebrazos

Hombros **x****x**

Muñeca

Dedos

7. Sobre el horario de trabajo y las pausas de descanso, ¿usted considera que son adecuadas? Si **x****x****x****x**\_\_ No \_\_\_

Si considera que NO lo son, responda

- ¿El horario de trabajo dispuesto incorrectamente?

- ¿Las pausas de descanso no son suficientes?

8. Cuando se siente cansado, ¿prefiere realizar otros trabajos dentro de su área de trabajo u otra? Si \_\_\_ **x****x**\_\_\_ No \_\_\_ **x****x**\_\_\_

¿Cuál? Inspección de la calidad final

9. Prefiere realizar estostrabajos

¿Todo el día?

¿Media jornada?

¿Alternarlos? **x****x****x****x**



---

## Anexo 11. Continuación

Tronco Si marca de 4 a 6 causas-2

Columna Si marca de 7 a 9 causas-3

Brazos

Antebrazos

Hombros

Muñeca

Dedos

7. Sobre el horario de trabajo y las pausas de descanso, ¿usted considera que son adecuadas? Si\_1\_\_\_ No\_\_\_

Si considera que NO lo son, responda

- ¿El horario de trabajo dispuesto incorrectamente? 2

- ¿Las pausas de descanso no son suficientes? 3

8. Cuando se siente cansado, ¿prefiere realizar otros trabajos dentro de su área de trabajo u otra? Si\_2\_\_\_ No\_1\_\_

¿Cuál? Operador de tornos

Obrero auxiliar o en el taller de mangueras

9. Preferir realizarse estos trabajos

¿Todo el día? 3

¿Media jornada? 2

¿Alternarlos? 1

10. ¿El lugar de descanso cuenta con las condiciones adecuadas ?

Si\_\_ 1 No\_\_ 2 ¿Porqué ?

## Anexo 12. Salidas del SPSS (Statistics Editor de Datos)

Prueba no paramétrica para comprobar que los niveles productivos siguen una distribución normal

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		producción
N		18
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3673.3333
	Desviación típica	2219.66611
Diferencias más extremas	Absoluta	.187
	Positiva	.114
	Negativa	-.187
Z de Kolmogorov-Smirnov		.795
Sig. asintót. (bilateral)		.553
a. La distribución de contraste es la Normal.		
b. Se han calculado a partir de los datos.		

Prueba Comparación de medias para una muestra

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 5574						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
producción	-3.633	17	.002	-1900.66667	-3004.4807	-796.8527

Prueba no paramétrica para comprobar que las respuestas de los trabajadores siguen una distribución normal

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		trabajadores	respuestas
N		40	40
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	2.5000	2.0000
	Desviación típica	1.13228	.75107
Diferencias más extremas	Absoluta	.171	.225
	Positiva	.171	.225
	Negativa	-.171	-.225
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.079	1.423
Sig. asintót. (bilateral)		.195	.035
a. La distribución de contraste es la Normal.			
b. Se han calculado a partir de los datos.			

Comparación entre las respuestas de los trabajadores

**Rangos**

	trabajadores	N	Rango promedio
respuestas	1.00	10	20.50
	2.00	10	19.05
	3.00	10	19.05
	4.00	10	23.40
	Total	40	

**Estadísticos de contraste<sup>a</sup>**

	respuestas
Chi-cuadrado	1.064
gl	3
Sig. asintót.	.786

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: trabajadores

Prueba no paramétrica para comprobar que los niveles de producción no conforme siguen una distribución normal

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Producción no conforme
N		17
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	14.5294
	Desviación típica	6.40427
	Absoluta	.118
Diferencias más extremas	Positiva	.118
	Negativa	-.068
Z de Kolmogorov-Smirnov		.486
Sig. asintót. (bilateral)		.972

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Prueba T**

**Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Producción no conforme	17	14.5294	6.40427	1.55326

**Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 1					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Producción no conforme	8.710	16	.000	13.52941	10.2366	16.8222

---

## **Anexo 13. Cálculo de las medidas relevantes del puesto**

### **Medidas del diseño del puesto (cm)**

Rango a utilizar

$$\text{Extremo} \iff K \begin{matrix} \leq \\ > \end{matrix} \bar{X} \pm \sigma Z \quad (4)$$

Donde:

$$Z_{5\%}=1.64 \quad Z_{95\%}=1.64 \quad Z_{50\%}=0$$

### **Silla de madera con tablero de madera o poliuretano y apoyapiés**

$$\text{Altura asiento al 95\%: } AP_{95\%} + hlg = 47.25 + 4.11 \times 1.64 + 2 = 56\text{cm}$$

$$\text{Altura inferior del respaldo al 95\%: } 20.25 + 0.64 \times 1.64 = 22\text{cm}$$

$$\text{Altura superior del respaldo al 5\%: } 41.75 + 4.74 \times 1.64 = 61\text{cm}$$

$$\text{Ancho del asiento al 95\%: } 45.0 + 5.31 \times 1.64 = 54\text{cm}$$

$$\text{Profundidad del asiento al 5\%: } 42.5 - 5.06 \times 1.64 = 35\text{cm}$$

$$\text{Altura poplíteica al 5\%: } 47.25 - 4.11 \times 1.64 = 40\text{cm}$$

$$\text{Altura del apoyapiés al 5\%: } A_{\text{asiento}} - AP_{5\%}(\text{mujer}) = 56 - 40 = 14\text{cm}$$

### **Mesa Principal**

$$\text{Altura del muslo 95\%} = 18.25 + 1.70 \times 1.64 = 22\text{cm}$$

$$\text{Altura mesa: } A_{\text{asiento}} + A_{\text{muslo}} + \text{holgura} = 56 + 22 + 2 = 80\text{cm}$$

$$\text{Ancho: } 106\text{cm}$$

$$\text{Largo: } 95\text{cm}$$

### **Mesa auxiliar tipo 1 Situadas al lado derecho de la silla**

$$AC_{\text{sentado } 5\%}: 24.25 - 1.50 \times 1.64 = 21\text{cm}$$

$$\text{Altura: } AC_{\text{sentado } 5\%} = 77\text{cm}$$

$$\text{Ancho: } 2A_{\text{tártara}} + \text{holg} = 2 \times 33 + 20 = 86\text{cm}$$

$$\text{Largo: } 4 \times L_{\text{tártara}} + \text{holg} = 4 \times 37 + 2 = 150\text{cm}$$

### **Mesa auxiliar tipo 2 (para situar las tártaras en el lado izquierdo de la silla)**

$$AC_{\text{sentado } 5\%}: 24.25 - 1.50 \times 1.64 = 21\text{cm}$$

$$\text{Altura: } A_{\text{asiento}} + A_{\text{codo } 5\%} = 56 + 21 = 77\text{cm}$$

$$\text{Ancho: } AMB_{\text{al } 5\%}(\text{mujer}) = 75.25 - 4.03 \times 1.64 = 68\text{cm}$$

$$\text{Largo: } ALB_{\text{al } 5\%} = 73.75 - 4.64 \times 1.64 = 67\text{cm}$$

#### Anexo 14. Niveles de producción (2017)

	<b>AÑO 2017 PLAN – 30000 PARA 10 MESES</b>	
<b>ENERO</b>	<b>BUJIAS FIJACION JUNTA</b>	<b>30200</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>BUJIAS FIJACION JUNTA</b>	<b>29700</b>
<b>MARZO</b>	<b>BUJIAS FIJACION JUNTA</b>	<b>30600</b>
	<b>Norma diaria</b>	<b>5574</b>

#### Producción diaria realizada por el operario que más trabaja en el puesto durante el mes

	<b>Enero</b>	<b>P.no conforme</b>	<b>Febrero</b>	<b>P.no conforme</b>	<b>Marzo</b>	<b>P.no conforme</b>
Día 1	2500	15	6600	13	5500	19
Día 2	4500	10	200	0	6300	14
Día 3	7000	28	1500	9	200	8
Día 4	7500	10	5900	15	6000	12
Día 5	5800	5	6900	25	5600	22
Día 6	5700	7	5800	18	6720	17

#### Cálculos para obtener la Ganancia

*Producción no conforme (disminuir en 10%):*  $247 \times 0.1 = 25$  Bujías

*Producción total:*  $902220 \times 0.03 = 2707$  Bujías

$902220 + 2707 = 904927 + 25 = 904952$  Bujías

*Ganancia (\$):*  $904952 \times 1.47 = 1330279.44$