

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Implementación de un Sistema de Ergonomía en Envasado de Refinería”

Trabajo de graduación presentado por

Lucía Fabiola Barillas Hernández

para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología

Industrial

Guatemala,

2015



“Implementación de un Sistema de Ergonomía en Envasado de Refinería”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Implementación de un Sistema de Ergonomía en Envasado de Refinería”

Trabajo de graduación presentado por

Lucía Fabiola Barillas Hernández

para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología

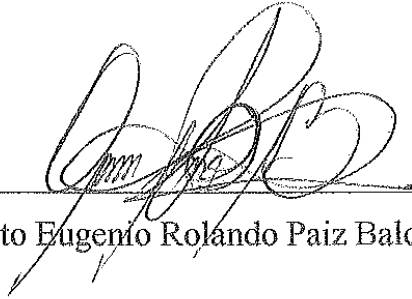
Industrial

Guatemala,

2015

Vo. Bo.:

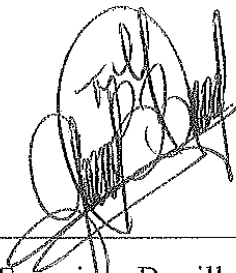
(f)



Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

Tribunal Examinador:

(f)



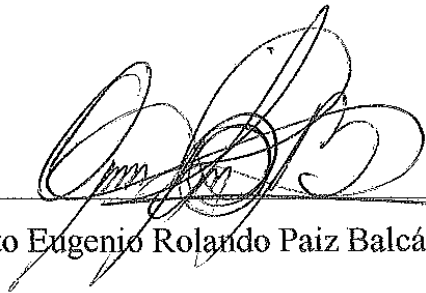
Inga. Alejandra Francisca Bonilla Barreda

(f)



Ing. José Francisco Barillas Flores

(f)



Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

Fecha de aprobación: Guatemala 28 de Enero de 2015



# ÍNDICE

Lista de tablas .....	x
Lista de ilustraciones.....	xi
Lista de gráficas .....	xii
RESUMEN .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
A. Objetivo general.....	2
B. Objetivo específico.....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Antecedentes históricos .....	4
B. La ergonomía a nivel internacional .....	5
C. La ergonomía en América Latina .....	6
D. Interfaz persona – máquina-entorno .....	11
1. Antropometría. ....	12
2. Entorno visual. ....	13
3. Ambiente acústico.....	14
4. Ambiente climático.....	15
5. Gasto energético y capacidad de trabajo físico.....	17
6. Carga mental. ....	18
E. La ergonomía como herramienta para la búsqueda de la calidad .....	19
F. Métodos para la evaluación ergonómica .....	20
1. Método OWAS.. ....	21
2. Método Rula. ....	22
3. Método REBA. ....	22
4. Método EPR. ....	23

5. Método LEST.....	24
V. MARCO METODOLÓGICO .....	25
A. Entorno físico.....	25
1. Ambiente térmico.....	25
2. Ruido.....	26
3. Ambiente luminoso .....	26
B. Carga física.....	26
1. Carga estática.....	26
2. Carga dinámica .....	26
C. Carga mental .....	26
1. Presión de tiempos .....	27
2. Atención.....	27
D. Aspectos psicosociales .....	27
1. Comunicación con los trabajadores.....	27
2. Relación con el mando .....	27
3. Status social .....	28
4. Identificación del producto.....	28
E. Tiempos de trabajo .....	28
1. Cantidad y organización del tiempo de trabajo.....	28
F. Descripción de los puestos de trabajo .....	29
VI. RESULTADOS.....	31
A. Recolección de datos.....	31
B. Carga física.....	31
C. Entorno físico.....	32
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	35
A. Carga física .....	35
B. Entorno físico.....	36
C. Carga mental .....	37

D. Proceso de capacitación y análisis de resistencia al cambio .....	39
E. Comparaciones .....	39
F. Costo beneficio .....	40
VIII. CONCLUSIONES .....	42
IX. RECOMENDACIONES .....	43
A. Para las cargas físicas se recomienda .....	43
B. Para entorno físico .....	43
C. Para la carga mental .....	44
X. BIBLIOGRAFÍA .....	45

## Lista de tablas

Tabla 1 Enfoques aislados para la Administración de Calidad, Seguridad e Higiene y Ergonomía .....	20
Tabla 2 Dimensiones y variables consideradas en la implementación del método.....	25
Tabla 3 Criterios de evaluación del método LEST.....	31
Tabla 4 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en carga estática. ....	32
Tabla 5 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en el aspecto de carga dinámica.....	32
Tabla 6 Porcentaje de operadores que existen dentro de cada condición de trabajo, en la dimensión de entorno físico. ....	33
Tabla 7 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en el aspecto de ambiente térmico. ....	33
Tabla 8 Porcentaje de operadores que existen dentro de cada condición de trabajo, en la dimensión de carga mental.....	34
Tabla 9 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en Presión de Tiempos. ....	34

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Posición para colocar saco .....	29
Ilustración 2 Se coloca en el embudo .....	29
Ilustración 3, Cosiendo .....	29
Ilustración 4, Forma de acostar el saco .....	30
Ilustración 5, Comportamiento de la línea antes. ....	39
Ilustración 6, Comportamiento de la línea de trabajo después .....	40
Ilustración 7, Tapones personalizados.....	43
Ilustración 8, Mascarillas con respirador.....	43
Ilustración 9, Lentes protectores .....	44
Ilustración 10, Capacitación.....	44

## Lista de gráficas

Grafica 1 Cargas físicas .....	35
Grafica 2 Entorno físico .....	36

## RESUMEN

Este trabajo de graduación se trata sobre las prácticas ergonómicas que existen en una empresa manufacturera, que se dedica a la producción de azúcar; también teniendo en cuenta que se dedica a la producción de energía eléctrica, su producto final es el azúcar que es envasada tanto en jumbos como en sacos de 50kg y en esta área de Envasado donde se realizara las practicas ergonómicas específicamente en el Envasado de refinería.

Los resultados que se obtuvieron del trabajo fueron:

- La mejor forma de llevar a cabo el trabajo en el área
- El desarrollo de llevar a cabo las tareas con mayor rapidez
- El uso de la protección adecuada y cómoda para llevar a cabo los diversos trabajos en el área.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se lleva a cabo para verificar las prácticas ergonómicas en un envasado de azúcar en la línea de refinería el cual pretende realizar un estudio para demostrar en qué áreas se encuentra los fallos y con esto orientar a la empresa a que tome cartas en el asunto y poder solucionarlo.

La falta de las prácticas ergonómicas hace que las personas sufran distintos malestares durante su trabajo y en algunas ocasiones hasta accidente.

La situación actual es que el 50% de los trabajadores son mayores de 50 años lo que hace que la actividad que realizan se vuelva fatigosa; también los jóvenes se cansan al desempeñar el trabajo ya que este consiste en cuatro etapas:

1. Limpiar el área
2. La posición de “tronquero” que significa acostar los sacos para que la banda transportadora los lleve al transporte.
3. La posición de cocedor en donde ellos cosen el saco que contiene azúcar.
4. Esta última es cuando se encuentra en el embudo en donde deben colocar el saco y esperar unos segundos a que se llene.

Estas actividades se desarrollan en forma rotativa durante cada hora.

La metodología que se utilizó fue el método Lest el cual, como se verá a lo largo del trabajo es una herramienta que sirvió para la evolución y valorización de los puestos de trabajo además de ayudar a determinar los factores en los que la empresa estaba fallando.

## II. OBJETIVOS

### A. Objetivo general

Evaluar las prácticas ergonómicas de una empresa manufacturera, mediante la aplicación del método para diseñar estrategias de mejora.

### B. Objetivo específico

- Mejorar la eficiencia línea de refino en la empresa manufacturera
- Establecer mejoras para la comodidad del trabajador

### III. JUSTIFICACIÓN

La empresa que sirve como caso de estudio es productora de azúcar y energía eléctrica, se encuentra formada por diversas áreas en donde se desarrolla el proceso.

Este trabajo muestra un acercamiento a lo que es la ergonomía aplicada en la industria. No existen muchas referencias en lo que respecta a este tema en Guatemala. El método en el que se basará este trabajo será el método de ergonomía de LEST ya que es una herramienta muy completa para evaluar las condiciones laborales.

La ergonomía ayudará en el desempeño de los trabajadores ya que su área de labores será más cómoda y podrán mejorar su productividad. Al sentirse más cómodo, el empleado desempeñará su trabajo con mayor rendimiento.

Además la ergonomía ayuda a:

Mejora la comodidad del empleado

- Disminución de la fatiga
- Reducción de lesiones por movimientos repetitivos
- Reducción de accidentes
- Mayor satisfacción de los empleados

Lo cual, a su vez, puede:

- Mejorar la productividad
- Mejorar la atención al cliente
- Reducir el absentismo
- Reducir el movimiento de personal
- Aumentar la rentabilidad

La empresa no cuenta con ningún tipo de evaluación anterior a éste.

## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Antecedentes históricos

La ergonomía nace en los tiempos en que el hombre adoptó una conducta social, aprendió a cultivar la tierra y se volvió sedentario. Debido a esto tuvo la necesidad de crear artefactos para defenderse y mejorar su calidad de vida. El perfeccionamiento progresivo de su tecnología dio lugar al surgimiento de la ergonomía (Cruz y Garnica, 2001).

Desde tiempos antiguos algunas personas, principalmente los científicos, han buscado reducir las dificultades del trabajo y mejorar el rendimiento. Ha sido una larga travesía a través del tiempo para alcanzar lo que hoy conocemos como ergonomía. A continuación se muestra una breve cronología de las contribuciones que se hicieron en beneficio de esta disciplina.

1498	Da Vinci, en sus <i>Cuadernos de Anatomía</i> , realiza una investigación acerca del movimiento de las diferentes partes del cuerpo., así que se puede considerar uno de los precursores de la biomecánica.
1512	Los análisis de Durero en el <i>Arte de la Medida</i> son antecedentes de la antropometría actual, ya que realizó estudios sobre movimientos y la ley de proporciones.
1575	Juan de Dios Huarte busca que las profesiones se adecuen a las posibilidades de la gente en su obra <i>Examen de Ingenios</i> .
1700	Marey establece técnicas de medición básicas.
1700	Ramazzani publica el primer libro que trata acerca de padecimientos relacionados con la actividad laboral
Siglo XVIII	Lavoisier analizó el gasto energético, lo que se relaciona con el costo del trabajo muscular.
1776	Coulomb estudió cómo definir la carga de trabajo óptima.
Siglo XVIII	Chauveau postula las leyes iniciales de gasto energético en el trabajo.

## B. La ergonomía a nivel internacional

En muchos casos, los lugares de trabajo no cuentan con un interés real por las comodidades de los empleados, ya que todo se maneja de acuerdo a criterios establecidos, a normas y a formas lineales y funcionales de trabajar, en las que simplemente se administra una cantidad específica de recursos, y se busca ganar mucho más de lo que se invierte para, aparentemente, evitar pérdidas económicas. Si bien muchas veces se habla del reconocimiento de las relaciones sociales, no hay un espacio real que reconozca que los equipos de trabajo suelen ser inadecuados a las capacidades y características de los trabajadores y, mucho menos, en el que se reconozcan sus limitaciones dentro de su ambiente de trabajo. No existe un ambiente adaptado a sus requerimientos, sino empleados adaptados a su contexto laboral. Una consecuencia grave es la incomodidad de los trabajadores, que a la larga puede producir no sólo problemas de salud, sino también bajo rendimiento, estrés y, por consiguiente, pérdidas en la calidad de los productos que se elaboran, repercutiendo no solamente en la economía de la empresa específica, sino en el Estado y finalmente en el país (El Ergonomista, 2004).

La ergonomía ha sido difundida a lo largo del mundo como medida de protección de los trabajadores. En primera instancia se busca que estos tengan seguridad en su entorno laboral. Cada año mueren más de 2 millones de personas a nivel internacional, debido a accidentes o enfermedades que tienen que ver con el trabajo. Se ha estimado que se producen alrededor de 270 millones de accidentes y 160 millones de enfermedades debidas a su actividad profesional. La OIT ha calculado que, económicamente, se pierde el 4 por ciento del PIB anual mundial, debido a los accidentes y enfermedades laborales. Los empleadores deben enfrentar costosas jubilaciones anticipadas, pérdidas de personal calificado, absentismo y elevadas primas de seguro. La seguridad en el trabajo varía de país en país, entre sectores económicos y grupos sociales. Las naciones subdesarrolladas pagan un precio elevado en decesos y lesiones, pues un gran número de personas están empleadas en actividades peligrosas como construcción, industria maderera, pesca y minería, entre otros. En todo el planeta, los pobres y los más desprotegidos, usualmente mujeres, niños y migrantes, son los más perjudicados. La OIT busca desarrollar y aplicar una cultura de seguridad y salud preventiva en el área de trabajo. En 2003, la OIT instituyó el 28 de abril como Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo para hacer notar la necesidad de prevenir enfermedades y accidentes de trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 2010).

Debido a la importancia que ha cobrado la salud ocupacional, se han instituido normas para certificar a las empresas en el rubro de la salud ocupacional. Actualmente se utilizan las OSHAS 18000, para acreditar a cualquier empresa a nivel mundial (OSHAS 18000 and 18001 Occupational Health and Safety, 2010). Como tal, la ergonomía está regulada por ciertos organismos. Su estudio se rige por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA por sus siglas en inglés). Su meta principal es promover el conocimiento y la práctica de la ergonomía, promoviendo las actividades y la cooperación internacionales. La Asociación

Internacional de Ergonomía es la federación de la ergonomía y las sociedades de factores humanos en todo el mundo.

Los objetivos principales siguientes reflejan la misión de la IEA:

- Establecer una comunicación más eficaz y la colaboración con las sociedades federadas.
- Avanzar en la ciencia y la práctica de la ergonomía a nivel internacional.
- Aumentar la contribución de la disciplina de la ergonomía a la sociedad global (Asociación Internacional de Ergonomía, 2010).

Para cumplir estos objetivos, la IEA establece contactos internacionales para los que trabajan en campo, coopera con organizaciones internacionales y facilita la aplicación práctica de la ergonomía en la industria y otras áreas. También fomenta la investigación científica por parte de personas calificadas en el ámbito de estudio y práctica. (Asociación Internacional de Ergonomía, 2010).

Los países miembros son de la IEA son: Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Croacia, República Checa, Ecuador, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Irán, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Letonia, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nórdico, Filipinas, Polonia, Portugal, Rusia, Serbia, Singapur, Eslovaquia, Sur África, Corea del Sur, España, Suiza, Taiwán, Tailandia, Túnez, Turquía, Ucrania, Reino Unido y Estados Unidos. Como se observa, tiene integrantes de América Latina, entre ellos se encuentra México (Asociación Internacional de Ergonomía, 2010).

### C. La ergonomía en América Latina

Los países en vías de desarrollo tienen las poblaciones más grandes, los niveles más altos de pobreza, mala salud y la gran necesidad de mejores condiciones laborales. Como el mercado y la fuerza de trabajo son cada vez más globales, se ha vuelto un problema que la mano de obra sea tan barata en países subdesarrollados. Existen millones de trabajadores de la industria con pobres condiciones de trabajo en estas naciones, donde el ambiente que se vive refleja el bajo nivel socioeconómico de la población (Scott y Karwowsky, 2009).

La importancia que se da a la salud ocupacional en América Latina es escasa. Se ha notado que son pocas las organizaciones que realmente la consideran. La Dra. Luz Maritza Tennassee, asesora regional para trabajadores de salud en la División de Salud y Medio Ambiente de la OPS menciona: “En América Latina y el Caribe, las condiciones de trabajo, los riesgos ocupacionales y la intensificación de las desigualdades socioeconómicas y de salud entre la población trabajadora incrementan la susceptibilidad a

enfermedades relacionadas con el trabajo, accidentes, incapacidades y mortalidad, un fenómeno que afecta principalmente a las personas jóvenes, por su falta de experiencia" (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Las pérdidas económicas por enfermedades y lesiones ocupacionales representan, en América Latina, del 9 al 12% del PIB mundial, según un cálculo de la Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del trabajo, 2009). Aproximadamente 69 millones de empleados en Latinoamérica y el Caribe viven en la pobreza y entre un 40 y 60% de la fuerza laboral se desempeña en el sector informal, estando expuesta a situaciones peligrosas e importantes amenazas para la salud. También, mueren diariamente 300 trabajadores debido a accidentes ocupacionales y por enfermedades ocasionadas por la exposición a agentes de riesgo para la salud. Esto resulta en que aproximadamente un 11% de la carga mundial de accidentes fatales relacionados con el trabajo se producen en los países de América Latina (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Por otra parte, la Unión Latinoamericana de Ergonomía (ULAERGO), se encarga de promover la difusión, el conocimiento y la aplicación de la Ergonomía en América Latina para mejorar la economía de sus pueblos. Su interés es colaborar con las diferentes sociedades que estudian la ergonomía para que, por medio de su interacción, se creen puntos de encuentro que propicien la aplicación de prácticas ergonómicas. Su visión es convertirse en la organización de referencia para el desarrollo científico y la práctica profesional de la ergonomía en América Latina. Esta asociación es reconocida oficialmente por a IEA. Está compuesta por ocho países de América Latina: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, México y Venezuela. Además, existen correspondientes de ULAERGO en Cuba y Bolivia. Su tarea es incorporar naciones como Uruguay y Paraguay, en América y prácticamente toda la América Central (Unión Latinoamericana de Ergonomía, 2010). La reseña histórica muestra una serie de hechos que fueron marcando la evolución de la ergonomía.

Más allá de esto, resulta importante conocer cómo es que la conceptualización de este término ha ido cambiando. La ergonomía requiere del apoyo de diversas materias para su estudio, así que se fundamenta en gran cantidad de enfoques y perspectivas. Virtualmente, no existen teorías propias de la ergonomía, sino teorías que se tomaron prestadas de otras disciplinas. La ergonomía abunda en métodos y modelos para analizar tareas, diseñar dispositivos, predecir el desempeño y recolectar datos de la interacción de los humanos con los artefactos (Neville, 2002). La discusión acerca de si la ergonomía y su especialización deben ser consideradas como una disciplina basada en ingeniería, psicología y física, entre otros, ha sido debatido, por lo que sólo algunos autores la consideran una ciencia (Cacciabue, 2008). La ergonomía ha ido desarrollándose a lo largo de los años, para volverse una disciplina compleja. Moray (2008) remarca cosas buenas y malas acerca del crecimiento de la economía. Entre las situaciones buenas que han pasado en los últimos 50 años, destaca:

1. Crecimiento de la disciplina
2. Cooperación internacional e influencia de crecimiento por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA)
3. Unificación de factores humanos y ergonómicos.
4. Aceptación de regulación y normas de seguridad industrial.
5. Aceptación de factores humanos en la evaluación y diseño de sistemas en muchas industrias
6. Registro profesional y certificación internacional.
7. Disponibilidad de computadoras.
8. Énfasis en escenarios reales y campos de estudio.
9. Aceptación de la realidad en modelos mentales y el desarrollo de la ergonomía cognitiva.
10. Modelos cuantitativos y cualitativos.
11. Incremento de la sofisticación de modelos de diseño y estadísticas.
12. Síntesis interdisciplinaria.
13. Menos énfasis en aplicaciones militares.
14. Fragmentación de la disciplina.
15. Incremento de revistas de factores humanos.

Por otra parte, también menciona hechos que no son tan benéficos para el marco de la ergonomía, como:

1. Pérdida del sentido de la historia.
2. Debilitamiento de la ingeniería.
3. Pérdida del “Manual Anual”.
4. Pérdida de modelos cuantitativos y predictivos.
5. Fragmentación de la disciplina.

Cabe notar que el autor define a la fragmentación de la disciplina como un hecho bueno y malo. La ergonomía se ha vuelto tan ampliamente aceptada en la sociedad, que es difícil para alguien volverse un experto en todas las áreas con las que tiene relación. Por el otro lado, es una situación buena porque es un signo de que ha ido creciendo y madurando (Moray, 2008).

1. **Conceptualización de la ergonomía.** A lo largo de los años, se ha hablado de numerosos conceptos para definir la ergonomía, por lo que se vuelve necesario hacer un repaso de algunos de estos para lograr el entendimiento de esta disciplina. En primera instancia, el término ergonomía tiene su origen etimológico en el griego. Está formada por los vocablos *ergon* que significa trabajo y *nomos* que se refiere a una ley o norma (González, 2001). A continuación se nombrarán algunas de las definiciones que se le han dado a este término:

- Pierre Cazamian señala que es “una ciencia multidisciplinar aplicada cuyo objeto es el trabajo humano y su objetivo es la reforma concreta de las situaciones de trabajo inadaptadas por el hombre” (Llaneza, 2009).
- Carpenter en el año 1961 la definió como “la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su propio bienestar (González, 2007).
- Faverge, en 1970, dice que “es el análisis de los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento” (Mondelo, *et. al.*, 2000).
- Murrel indica que “es el estudio del ser humano en su ambiente natural” (Murrel, 1971).
- Singleton la define como la “interacción entre el hombre y las condiciones ambientales” (Singleton, 1972).
- Montmollin escribe que es “una tecnología de las comunicaciones dentro de los sistemas hombres-máquinas” (Montmollin, 1970).
- Guélaud dice que es “el análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente térmico, ruidos, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que puede poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso”. (Guélaud 1975)
- McCormick explica que la ergonomía busca relacionar las variables de diseño y los criterios de bienestar para el ser humano (McCormick, 1980).
- Cazamien (1986) señala que es “el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas” (Cazamien, 1986).

- Wisner la define como “el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficiencia, seguridad y confort” (Wisner, 1988).
- Grandjean la especifica como “el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo” (Grandjean, 1988).
- Hernández (2006) dice que la ergonomía trata, “en primera instancia, del estudio de los datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua aplicación entre humanos y máquinas, con dos objetivos fundamentales: contribuir a transformar el contexto de trabajo y producir conocimiento científico”.
- La Ergonomics Research Society la define como “el estudio científico de los factores humanos en relación con el ambiente de trabajo y el diseño de los equipos” (Llaneza, 2009).
- Antoine Laville dice que es “una disciplina científica que estudia el funcionamiento del hombre en actividad laboral: es una tecnología que agrupa y organiza los conocimientos de forma que resulten utilizables para la concepción de medios de trabajo; es un arte desde el momento que trata de aplicar estos conocimientos para la transformación de una realidad existente o para la concepción de una realidad futura” (Llaneza, 2009).
- El Glosario ergonómico de la Acción Comunitaria (CECA) tiene la definición “la relación entre el hombre y su trabajo, su equipamiento y, en particular, la aplicación de los conocimientos anatómicos, fisiológicos y psicológicos a los problemas engendrados por esta relación” (Llaneza, 2009).
- La OIT indica que es “la aplicación de las Ciencias Biológicas Humanas para lograr la óptima recíproca adaptación del hombre y su trabajo, los beneficios serán medidos en términos de eficiencia humana y bienestar” (Organización Internacional del Trabajo, 2010).
- La SEMAC (2010) afirma que: “La ergonomía en los factores humanos es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano y la ejecución del Sistema Global.” Esta definición se completa con la idea de que “esta ciencia estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al entorno artificial construido por el hombre relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste.”
- La Real Academia Española (2010) tiene el concepto de “estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina”.

De todas las definiciones en la historia de la ergonomía, se pueden desprender tres cuestiones fundamentales:

- El objeto de estudio fundamental es el hombre en interacción con el medio, ya sea natural o artificial

- Se analiza como ciencia normativa.
- Busca la protección de la salud física, psicológica y social de las personas (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Existen dos maneras de comprender lo que es la intervención ergonómica y cómo debe utilizarse. Por una parte, deben hacerse manuales y catálogos de normas que servirán como guía para los encargados de la realización de los proyectos. Tras esta percepción, se vuelve necesario dotar a los dirigentes de herramientas útiles, así como brindar equipamientos y servicios eficientes. Esta aproximación es útil cuando estos productos y servicios serán para una cantidad grande de usuarios, o cuando se desconocen las funciones que se asignarán en el futuro. La otra forma de entender la ergonomía requiere que el ergónomo sea presencial. Es decir, debe estar al tanto de todo lo que sucede durante el proyecto y de todos los cambios y ajustes que puedan ser necesarios realizar. La intervención ergonómica se puede simplificar en una serie de etapas: análisis de la situación, diagnóstico y propuestas, experimentación, aplicación, validación de los resultados, y seguimiento (Mondelo, *et. al.*, 2000).

#### D. Interfaz persona – máquina-entorno

Inicialmente, sólo se consideraba a la ergonomía como una interfaz hombre- máquina. En su origen, este concepto se refería a una persona trabajando con una compleja pieza que conformaba a un equipo. Por ejemplo, se esperaba que, si los pilotos podían alcanzar los controles en un avión, entonces los controles tendrían un buen funcionamiento por sí solos. En un sentido más amplio, se considera a la ergonomía como la interacción entre humanos y un sistema completo. Se estudia cómo es que las personas encajan dentro de los sistemas de producción, redes de comunicación y procesos de toma de decisiones (MacLeod, 1994).

En vista de todos los factores que la ergonomía involucra, ahora se considera un sistema hombre-máquina-entorno. No está conformado sólo por los factores humanos, sino también por elementos organizativos (de estructuración), informativos (de comunicación) y territoriales (de espacio) (Ramírez, 1991).

La ergonomía permite la participación en el diseño de los espacios, máquinas y herramientas que crean el entorno de la persona. El conjunto de herramientas y mecanismos, su entorno y usuario forman un ente que se puede definir y analizar como un sistema persona-máquina (P-M), tomando en cuenta las relaciones sinérgicas, además de la interacción de las variables. Los sistemas pueden clasificarse en función del grado y la calidad de interacción del usuario y los componentes de su ambiente. Existen tres tipos básicos de interacción:

- Sistemas manuales: Es el usuario el que provee de energía para el funcionamiento. El control que provoca para obtener los resultados es directo.

- Sistemas mecánicos: La persona aporta una cantidad limitada de energía, debido a que una máquina o alguna fuente exterior brinda la mayor cantidad de energía.
- Sistemas automáticos: Este tipo de sistema se autorregula una vez que ha sido programado. En la realidad, no existen sistemas totalmente automáticos, debido a que siempre se necesitará la intervención de la persona como parte del sistema (Mondelo, *et. al.*, 2000).

1. **Antropometría.** Cuando se diseñan los puestos de trabajo, es necesario determinar el espacio necesario para realizar las actividades. Debido a la gran diversidad de talla de las personas, hay que considerar dimensiones que incluyan a la mayor cantidad de individuos, evitando considerar una media del individuo promedio en la elaboración del diseño (Llaneza, 2009).

La antropometría es utilizada por primera vez en Egipto, en el año 3000 a.C. (Llaneza, 2009). Proviene del griego antropos (humano) y métricos (medida), por lo que esta ciencia se ocupa del dimensionamiento del cuerpo humano (Ramírez, 1991). El estudio que se efectuó más a detalle acerca de esta técnica data aproximadamente del año 15 a.C. Fue realizado por Vitrubio y argumentaba que las dimensiones de las construcciones debían adaptarse, en cierta medida, a las proporciones del cuerpo humano. Adolphe J. Quetelet es catalogado como el padre de la Antropometría. Él realizó un análisis estadístico en 1841 para determinar las medidas antropométricas en seres humanos (Llaneza, 2009).

La antropometría es la utilización de métodos fisiocientíficos en el ser humano para la creación de estándares de diseño, de requerimientos específicos y para la valoración de los diseños de ingeniería, modelos a escala y productos manufacturados. Esta tiene la finalidad de ajustar el entorno a las características de los usuarios. Para la ergonomía, el humano promedio no existe, se considera el humano estadístico, que resulta de considerar los valores límite, es decir, se utiliza a los hombres más altos para determinar la altura de las puertas y a los más pequeños para asignar las distancias máximas de alcance de los equipos (Llaneza, 2009).

Los datos necesarios para realizar los estudios ergonómicos se reducen a:

- Datos antropométricos estructurales: Dimensiones en estado estático, por ejemplo: talla, peso, longitud, ancho, circunferencia del cuerpo, etc.
- Datos antropométricos dinámicos: Dimensiones mientras existe movimiento, por ejemplo: estirar un brazo para alcanzar algo (Ramírez, 1991).

Debe tomarse en cuenta que la amplitud de movimientos y los movimientos no contemplados pueden alterar las relaciones dimensionales. Por consiguiente, estos podrían invalidar el sistema y hay que considerarlos. Las relaciones dimensionales no deben ser tomadas sólo como medidas de seguridad, sino que forman parte importante del resultado de los procesos. Con base en esto, la ergonomía debe encargarse de cumplir estos requerimientos antropométricos (Mondelo, *et. al.*, 2000).

2. Entorno visual. El objetivo de crear ambientes idóneos para la visión no es brindar luz, sino procurar que los individuos perciban sin errores lo que ven, en un tiempo adecuado y sin cansarse. En caso de no hacerlo, se pueden tener situaciones como: incomodidad visual, dolor de cabeza, defectos visuales, errores, accidentes, incapacidad para detectar los detalles, confusión, desorientación e, inclusive, desarrollar enfermedades como la epilepsia (Mondelo, *et. al.*, 2000).

La iluminación es la cantidad y calidad de luz que incide en una superficie. Para que exista una iluminación óptima hay que tomar en consideración la actividad que se realiza, la edad del operario y las características del lugar. No es lo mismo iluminar una sala de computadoras que un hangar para aviones (Mondelo, *et. al.*, 2000).

La mayor cantidad de información que el humano obtiene, proviene de la vista, así que éste es el sentido más apreciado. El ojo humano funciona con la luz y responde a las necesidades de los individuos en la realización de sus tareas. El hombre puede detectar las superficies que emitan o reflejen ondas electromagnéticas con longitudes entre los 380 nm y los 780 nm, aproximadamente (Mondelo, *et. al.*, 2000).

La luz se caracteriza utilizando cuatro magnitudes básicas: flujo luminoso, intensidad luminosa, nivel de iluminación y brillo. El flujo luminoso es la cantidad de luz que se emite en un segundo. El símbolo es  $\Phi$  y la unidad es el lumen (lm). Las fuentes luminosas se diferencian, dependiendo de su potencia y eficiencia, por su flujo luminoso. La intensidad luminosa describe la emisión de luz basándose en su dirección. El símbolo es I y su unidad es la candela. El nivel de iluminación se define en función de la luz que incide sobre una superficie, su símbolo es E y su unidad es el lux (lx). El lux es el grado de iluminación que provoca el flujo luminoso de un lumen sobre una superficie de un metro cuadrado de área. El brillo se precisa por la cantidad de luz producida por una superficie. El brillo de una superficie es la intensidad luminosa que emite o refleja por unidad de área. Depende de la intensidad de luz, del coeficiente de reflexión y de la curva característica de difusión de reflexión. El símbolo es L o B y su unidad es candela/m<sup>2</sup>. (Mondelo, *et. al.*, 2000).

3. **Ambiente acústico** El sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un sólido, líquido o gas que se difunde en forma de onda y es percibido por el oído humano (Mondelo, *et. al.*, 2000). El ruido puede considerarse como fenómeno molesto o perturbador que produce alteraciones sobre la comunicación, la concentración y la ejecución de las actividades complejas. Estos efectos perturbadores, sobre determinada actividad, variarán dependiendo del estado fisiológico y anímico del individuo (Llaneza, 2009).

El sonido se puede identificar a través de dos parámetros: presión acústica y frecuencia. La presión acústica es la raíz cuadrada media de la variación periódica de la presión en el medio donde se difunde la onda sonora. Su unidad de medida es el Pascal (Pa). La frecuencia es la cantidad de ciclos por segundo de una onda y su unidad de medición es el Hertz (Hz), que es igual a un ciclo por segundo. El oído es capaz de percibir variaciones periódicas de presión cuando su frecuencia está entre los 16 y 16000 Hz y cuando su presión acústica está entre  $2 \times 10^{-5}$  Pa y  $2 \times 10^4$  Pa. Por otra parte, es importante definir la potencia sonora, que es la energía total emitida por una fuente en la unidad de tiempo y su unidad es el Watt (W). Para simplificar las unidades de medida, el hacerlo, se pueden tener situaciones como: incomodidad visual, dolor de cabeza, defectos visuales, errores, accidentes, incapacidad para detectar los detalles, confusión, desorientación e, inclusive, desarrollar enfermedades como la epilepsia (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Las molestias producidas por el ruido pueden variar debido a:

- Las características de los individuos (edad, sexo, estatus social, motivación, etc).
- La tarea (trabajo, descanso, dificultad, etc).
- Los parámetros que caracterizan los estímulos (intensidad, frecuencia, duración, etc.) (Llaneza, 2009).

El diseño inapropiado del ambiente acústico puede limitar la comunicación hablada, rebajar la productividad, dificultar la visualización de las señales de advertencia, inhibir el rendimiento mental, aumentar la tasa de equivocaciones, producir malestares como náuseas y dolor de cabeza, alterar temporalmente la audición, causar sordera, disminuir el desempeño, etc. (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Dependiendo de la intensidad del ruido, el ser humano puede sufrir alteraciones fisiológicas. Para determinar estos daños, se buscaron los parámetros para definir los rangos de afectación del ser humano y los siguientes intervalos fueron estimados:

- Entre 30 y 60 dB: Empiezan las molestias psíquicas de irritabilidad, pérdida de atención, pérdida de interés, etc.
- Entre 60 y 90 dB: Se incrementa la presión arterial, la vasoconstricción periférica, el ritmo cardíaco, el encogimiento del campo visual, la fatiga, etc.

- A los 120 dB: Se alcanza al límite del dolor.
- A los 160 dB: se puede romper el tímpano, producir calambres, parálisis e, incluso, la muerte (Wisner, 1988).

Para evitar los problemas que puede causar el ruido, la solución idónea está en impedir que éste se produzca. Si esto no es factible, hay que evitar que se propague. Para ello, existen una serie de medidas, las cuales se muestran a continuación:

- Utilización de materias primas, procesos y equipos más silenciosos.
- Desacelerar los equipos ruidosos.
- Utilizar amortiguadores en equipos, superficies y partes vibrantes.
- Procurar que las estructuras, uniones y partes del equipo sean más rígidas.
- Aumentar la masa de las cubiertas vibrantes.
- Disminuir el área de las superficies vibrantes.
- Realizar mantenimientos preventivos eficientes.
- Cubrir la fuente de ruido.
- Recubrir las partes metálicas con amortiguadores.
- Ubicar los equipos ruidosos en lugares aislados.
- Instalar tabiques.
- Utilizar resonadores acústicos.
- Proteger individualmente con tapones, orejeras, cascos y cabinas.

4. **Ambiente climático.** El hombre es un animal de sangre caliente que conserva una temperatura del cuerpo cerca de los 37 °C. El cuerpo humano consta de un sistema de regulación que lo habilita para mantener una temperatura constante a pesar de las variaciones climáticas del entorno. El equilibrio térmico es controlado por el hipotálamo del cerebro y el hombre tiene diferentes reacciones fisiológicas, dependiendo de las temperaturas a las que se someta, que van desde la hipotermia (33°C) hasta la hipertermia (44 °C) (Llaneza, 2009).

Durante el desempeño de las labores, una parte del metabolismo que efectúa la actividad se convierte en trabajo mecánico. La producción interna de calor es la diferencia entre el metabolismo y el trabajo producido, y cuando se está en reposo toda la energía es transformada en calor. La proporción entre trabajo mecánico y calor es de 1:3, lo cual muestra la baja eficiencia mecánica del ser humano. Siempre que haya diferencias de temperatura entre dos o más cuerpos, existirá transferencia de calor. Esta transferencia siempre se da desde el cuerpo de mayor al de menor temperatura, a través de uno o más mecanismos:

- **Conducción:** Es la transferencia de calor entre dos o más cuerpos que se encuentran en contacto.
- **Convección:** Es la transferencia de calor de un punto a otro por el movimiento de los líquidos y gases.
- **Radiación:** La energía electromagnética se transmite por el espacio sin que exista movimiento de la materia.

Existen dos fuentes de calor para el ser humano: calor interno generado metabólicamente y calor externo proporcionado por el ambiente. El calor del ambiente es importante porque tiene influencia en la velocidad de intercambio de calor del cuerpo con el ambiente y, por ende, la facilidad con la que el cuerpo es capaz de mantener una temperatura adecuada (Llaneza, 2009).

La ergonomía estudia la relación de los distintos parámetros ambientales y el desempeño de los empleados. Estos parámetros son:

Temperatura seca (Ts): Interviene en los intercambios de temperatura por convección en el ser humano.

- **Temperatura húmeda:** Participa en el intercambio de la temperatura por evaporación.
- **Velocidad del aire:** Influye en los intercambios de calor por convección y evaporación.
- **Temperatura radiante:** Caracteriza el flujo de calor radiante (Llaneza, 2009).

Un ambiente térmico es confortable cuando todos los que se encuentran dentro de éste expresan en forma subjetiva que es satisfactorio. Debido a la variabilidad de percepción física y psicológica de las personas, es prácticamente imposible conseguir que una cantidad de trabajadores significativamente grande manifiesten estar cómodos con la temperatura, sean cuales sean las condiciones ambientales de referencia. Diferentes estudios muestran que un 5% de individuos están inconformes con las condiciones climáticas cuando éstas son óptimas, siendo posible llegar al 100% si se crean condiciones menos propicias. En vista de esto, resulta imposible satisfacer a todos los individuos, sólo se puede predecir el porcentaje de la población que no se sentirá confortable (Llaneza, 2009).

Woodson y Conover evaluaron las temperaturas adecuadas para el óptimo rendimiento de los individuos, con lo que encontraron lo siguiente:

- A 10°C aparece el agotamiento físico en las extremidades.
- A 18°C son óptimos.
- A 24°C aparece la fatiga física.
- A 30°C disminuye la agilidad y rapidez mental.
- A 50°C son tolerables una hora con disminución de las facultades
- A 70°C se pueden soportar por media hora, con mínima capacidad mental

Además, si se consideran los tipos de profesiones las estimaciones de temperatura óptimas cambian, teniendo lo siguiente:

- Profesiones sedentarias: 17° a 20°C.
- Trabajos manuales ligeros: 15° a 18°C
- Trabajos de más fuerza: 12° a 15°C.

Se conoce que la humedad relativa influye sobre la sensación de calor. Un estado higrométrico que se encuentre entre el 30 y 70% es agradable para la mayoría de la población. Finalmente, esto no significa que no se vea afectado el tiempo de recuperación (Ramírez, 1991).

5. Gasto energético y capacidad de trabajo físico. Se sabe que las máquinas tienen la finalidad de servir al ser humano. A veces esto se olvida y se crean equipos, objetos, instrumentos, instalaciones, etc., sin considerar las capacidades y limitaciones del hombre, provocando incomodidades físicas y psicológicas, deficiencias y agentes nocivos que ponen en peligro la salud mental y física de los individuos (Mondelo, *et. al.*, 2000).

El hombre es un sistema complejo compuesto por diversos subsistemas que se relacionan entre sí, con una función específica y dentro de un ambiente determinado. En el hombre se ubican el sistema cardiovascular, el sistema músculo-esquelético, el sistema respiratorio, el sistema nervioso y los sistemas sensoriales. El hombre es un sistema en contacto con otros sistemas similares (otros individuos), o diferentes (instrumentos, motos, escuelas, etc.) y forman parte de otros sistemas de mayor tamaño, dependiendo de donde esté y qué hace (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Para que el sistema hombre pueda vivir, se necesita energía y esta energía la produce el mismo sistema. La producción de energía se logra por la combustión de los alimentos con el oxígeno. Los tres tipos básicos de alimentos son: los carbohidratos, las grasas y las proteínas. Los primeros dos son los que mayor contenido calorífico aportan al organismo cuando la actividad física es intensa (Mondelo, *et. al.*, 2009).

Para diseñar un sistema Hombre-Máquina, es necesario determinar el consumo mínimo calórico que requieren los individuos, dependiendo de la tarea que desempeñan, para que las actividades se lleven a cabo eficientemente. Si no se logra, las personas serán incapaces de cumplir sus actividades o las cumplirán durante el tiempo que no sobrepase su valor máximo, consciente o inconscientemente. Este es el momento en que los operarios toman pausas de trabajo encubiertas o disfrazadas (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Existen diferentes métodos para medir el gasto energético que requiere una actividad física y pueden ser de dos tipos: por calorimetría directa y calorimetría indirecta. La calorimetría directa se basa en la medición de calor que pierde el organismo dentro de un calorímetro. Tiene la desventaja de que este equipo es muy costoso. La calorimetría indirecta puede realizarse de varias maneras, entre los que se encuentran:

el control exacto de los alimentos de consumo durante un tiempo relativamente largo, por la medición del consumo de oxígeno de la actividad física y por el conteo de la frecuencia cardiaca (Mondelo, *et. al.*, 2000).

6. **Carga mental.** Cualquier tarea humana está compuesta de una carga física y una carga mental. Se define a la carga de trabajo mental como el número de procesos requeridos para terminar una actividad y, en particular, el tiempo en que una persona puede encontrar las respuestas en su memoria, es decir, los elementos perceptivos, cognitivos y las emociones mostradas que forman parte de una tarea. Se ha comprobado que los empleados expuestos a sobrecarga o infracarga mental padecen trastornos de comportamiento y disfunciones, los cuales se expresan en la pérdida de respeto en uno mismo, la motivación mediocre para el trabajo y la tendencia a refugiarse en las drogas, como alcohol y tabaco. (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Toda operación mental se puede estudiar como un proceso constituido por diferentes suboperaciones: asimilar la información, identificarla, decodificarla, interpretarla, elaborar las posibles respuestas y elegir las mejores, tomar decisiones, dar las respuestas y verificar los efectos de dichas decisiones para estimar la efectividad. En la vida real, los estímulos se aparecen mezclados, interfiriéndose y produciendo ruidos, por lo que el proceso se complica. Los factores principales que afectan la carga mental son los siguientes:

- La habilidad para automatizar las respuestas. Después de haber aprendido una tarea, las respuestas se manifiestan en automático y la carga mental se reduce.
- La cantidad de respuestas por realizar. Entre más largas sean las respuestas, tendrán mayor carga mental.
- El tiempo de descanso entre respuestas. Si las actividades son ininterrumpidas, el cerebro se satura y se intensifica la carga mental.
- Las características del individuo: edad, grado de aprendizaje, habilidad, nivel de descanso, personalidad, experiencia, entre otros (Mondelo, *et. al.*, 2000).

Cuando los empleados realizan sus tareas en el límite de sus capacidades por un tiempo prolongado, puede ocurrir la fatiga mental. Ésta se puede clasificar en dos categorías: la fatiga y la fatiga crónica. La primera funciona como una reacción de adaptación al medio. Se buscará el reposo para alcanzar el equilibrio nuevamente. Su principal manifestación es una disminución del rendimiento y a un aumento de los errores. La fatiga crónica ocurre cuando la carga de trabajo se repite por largos periodos de tiempo. Es un desequilibrio entre la capacidad humana y el esfuerzo que debe realizarse para cumplir con el trabajo.

Su sintomatología no desaparece cuando se deja de hacer la actividad, sino que perdura en la realización de otras tareas. Entre las principales repercusiones destacan: inestabilidad emocional, irritabilidad, depresión, insomnio o hipersomnia, falta de vitalidad, dolores de cabeza, malestares estomacales, disfunción sexual e, inclusive, tendencias suicidas (Mondelo, *et. al.*, 2000).

### Ventilación

- Ya sea natural o por dispositivos locales, la ventilación hace posible:
- Eliminar el polvo acumulado en los almacenes.
- Diluir los vapores inflamables que se acumulan en las áreas cerradas.
- Templar el excesivo calor o frío, disminuyendo la fatiga.

Los valores característicos de ventilación recomendados son:

- 0.3 m<sup>3</sup>/min de aire fresco por m<sup>2</sup> de superficie en planta para trabajos corrientes.
- 0.45 m<sup>3</sup>/min de aire fresco por m<sup>2</sup> de superficie en planta para trabajos difíciles.
- 0.15 m<sup>3</sup>/min de aire fresco por m<sup>2</sup> de superficie en planta para una oficina mediana (Ramírez, 1991)

### E. La ergonomía como herramienta para la búsqueda de la calidad

Un punto importante que caracteriza la importancia de la ergonomía, consiste en el beneficio que brinda para el alcance de la calidad. En vista de esto, se hace necesario mencionar cómo se interrelacionan estas dos áreas. Algunos estudios han mostrado que existe una fuerte relación entre calidad, ergonomía y seguridad, por lo que la integración de estos se ha vuelto una necesidad (Bengtsson y Ljungstrom, 1998). Algunos investigadores sugieren que la creación de un Sistema de Administración de la Calidad (QMS) puede lograr esta integración (Beechner y Koch, 1997). Dzissah, *et. al.* (2005) muestran los enfoques de la Administración de Calidad, Seguridad e Higiene y Ergonomía en la Tabla 1:

Tabla 1 Enfoques aislados para la Administración de Calidad, Seguridad e Higiene y Ergonomía

<b>SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>ERGONOMÍA</b>
Cero accidentes	Cero defectos	Cero riesgos en áreas de trabajo
Análisis de incidentes	Análisis de eventos	Análisis del lugar de trabajo.
Políticas, procedimientos y manuales escritos	Políticas, documentos e instrucciones de trabajo documentados	Políticas y procedimientos escritos
Comité de Seguridad e Higiene	Círculos de calidad, equipos para involucrar a los empleados	Comité de ergonomía
Participación de los empleados	Asignar responsabilidad a los empleados	Involucrar a los empleados.
Análisis estadístico	Cuadros de control, control estadístico de proceso, etc.	Métodos expertos, incluyendo herramientas estadísticas.
Todos los accidentes se puede prevenir	Todas las inconformidades se pueden prevenir	Todos los defectos en el área de trabajo se pueden prevenir
Mejora continua	Mejora continua	Mejora continua

(Dzissah, *et. al.*, 2005)

Los conceptos de calidad, ergonomía y seguridad revelan varias dimensiones que interactúan entre sí, por lo que necesitan ser consideradas en los métodos de integración. La multidimensionalidad de factores involucrados en la integración, requiere una metodología que sea capaz de establecer relaciones entre las diferentes dimensiones e identificar varios caminos para la mejora de sistemas simultáneos (Dzissah, *et. al.*, 2005).

Se han identificado un total de once áreas de actividad administrativa (MAA) primordiales. Éstas ayudan a que se logre un sistema administrativo integrado que involucra calidad, ergonomía y cuestiones de seguridad. Estas áreas se muestran como sigue:

- Entrenamiento: Provisión de entrenamiento para tener habilidades en el trabajo; entrenamiento en reglas, regulaciones, actividades de la compañía y filosofías.
- Reconocimiento, involucrar a los empleados y darles poder: Tomar en cuenta a los empleados para la toma de decisiones. Esto traerá un desempeño superior.
- Administración del salario para beneficio del empleado: Crear un compromiso para el bienestar del empleado, tomando en cuenta asuntos del retiro y compensaciones.
- Cero lesiones: Hay que asegurarse de que un programa efectivo de ergonomía en el proceso, producto y diseño del equipo mejore la seguridad y minimice las lesiones.
- Entradas satisfactorias: Una buena administración de la cadena de suministro con énfasis en calidad y entrega.
- Ambiente de trabajo seguro. Asegurarse que el ambiente de trabajo sea seguro.
- Buena calidad de productos y servicios: Administración comprometida a brindar productos y servicios de buena calidad.
- Comunicación y procesamiento y envío de órdenes: Compromiso para tener una buena comunicación con los compañeros externos.
- Seguridad de los empleados: Compromiso para crear programas efectivos de seguridad.
- Seguridad de la comunidad en un ambiente natural: Conformidad con las reglas y regulaciones.
- Disponibilidad de piezas y reparaciones: Fácil acceso a piezas y mantenimiento (Dzissah, *et. al.*, 2005).

## F. Métodos para la evaluación ergonómica

Existen diversos métodos que pueden ser utilizados para la evaluación ergonómica en los centros de trabajo. Estos varían dependiendo de la complejidad del análisis que se desee realizar, considerando la cantidad de recursos, tiempo y necesidades, entre otros. Las técnicas utilizadas para efectuar un análisis

postural consta de dos características: la sensibilidad y la generalidad. Una gran generalidad indica que son aplicables a muchas de personas, pero tendrá una baja sensibilidad y los resultados no serán muy específicos. Por otra parte, si se busca una alta sensibilidad, los resultados serán muy detallados y el análisis requerirá mayor inversión de tiempo.

Esto provoca que la aplicación sea bastante limitada. Hasta el día de hoy, ninguna técnica es lo bastante sensible como para mostrar todas las posturas forzadas que existen en el ambiente laboral (Universidad de Buenos Aires, 2010). A continuación se explican algunos de los métodos más utilizados.

1. Método OWAS. En la década de los 70 se creó un método por empleados de la industria siderúrgica para evaluar las posturas de trabajo. Osmos Karhu y Björn Trappe diseñaron el método OWAS (Ovako Working Posture Analysing System). Este procedimiento ha sido evaluado y difundido desde 1985 por el Centro de Seguridad Laboral de Helsinki. Consiste en una clasificación básica y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones acerca de las actividades. Su objetivo es la valoración de los riesgos de carga postural considerando la frecuencia y la gravedad (Universidad de Buenos Aires, 2010).

Las posturas de trabajo que no estén dentro de la media normal pueden considerarse como dañinas para el sistema musculoesquelético. La carga estática o dinámica de malas posturas de trabajo provoca un sobreesfuerzo y fatiga física y, en algunos casos, enfermedades de trabajo. En el área de trabajo, la vigilancia de la carga postural necesita un sistema confiable para medir la cantidad y calidad de las posturas de trabajo, así como para evaluar las cargas musculoesqueléticas. El método OWAS puede utilizarse para determinar y clasificar las posturas de trabajo y sus cargas musculoesqueléticas en varias fases de la actividad. Después de que las cargas han sido valoradas, pueden proponerse mejoras en el puesto de trabajo. En base a los resultados, las labores pueden agruparse tomando medidas para minimizar tanto el número de posturas dañinas como las cargas estáticas perjudiciales. El objetivo es conseguir una carga de trabajo físico que sea apropiada dependiendo de las características de cada empleado. Además, esto potenciará su salud y sus capacidades (Universidad de Buenos Aires, 2010).

La clasificación de las posturas de trabajo por este método involucra a las más comunes y más fáciles de reconocer para la espalda, los brazos y las piernas. Se subclasifican en cuatro posturas para la espalda, tres para los brazos y seis para las piernas, más la acción de caminar que corresponde a un trabajo muscular dinámico, a diferencia de los otros. La masa de las cargas utilizadas o el uso de la fuerza se dividen, a la vez, en una escala de tres puntos. Cada postura de trabajo se evalúa independientemente a las demás posturas y cada una de éstas se codifica con un número. Cada código numérico en combinación de la postura de trabajo y el uso de la fuerza, se acompaña con información sobre la fase del trabajo, que también está codificada (Universidad de Buenos Aires, 2010).

2. Método Rula. El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue creado por el Dr. Lynn McAtamney y el Profesor E. Nigel Corlett en Inglaterra. Se publicó por primera vez en 1993 por la revista Applied Ergonomics. Fue desarrollado para realizar una evaluación pronta de los esfuerzos a los que se someten los miembros superiores del aparato musculoesquelético de los empleados debido a la postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen. La ventaja de este método es que admite una valoración rápida en el área de trabajo. Requiere de la observación de las posturas adquiridas durante la actividad por las extremidades superiores, cuello, espalda y piernas. Toma cuatro niveles de acción en función de los resultados obtenidos a través de los factores de exposición. El método se realiza como sigue:

- Análisis de brazo, antebrazo y muñeca.
- Análisis de cuello, tronco y piernas,
- Interpretación de los niveles de riesgo y acción (Universidad de Buenos Aires, 2010).

3. Método REBA. El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue desarrollado por Hignett y McAtamney en Nottingham en el año 2000. Es una herramienta que sirve para estudiar las posturas. Tiene una fiabilidad alta en la codificación de las partes del cuerpo. Esta técnica es muy similar a RULA, pero éste es más general. Se trata de un nuevo método de análisis que incluye factores de carga postural estáticos y dinámicos, la interacción persona-carga y un nuevo concepto llamado “gravedad asistida”, para el control de las extremidades superiores. Este último considera que las posiciones son más costosas cuando están en contra de la fuerza gravitatoria (Universidad de Buenos Aires, 2010).

Este método fue creado para tener una herramienta capaz de cuantificar la carga física a la que están sometidos los empleados. El desarrollo del REBA busca:

- Implementar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculo esqueléticos.
- Dividir el cuerpo en partes para identificarlo individualmente, con referencia a los planos en movimiento.
- Evaluar la actividad muscular debida a posturas estáticas y dinámicas, con un sistema de puntuación determinado.
- Hacer énfasis en que la interacción entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual, pero a veces no puede ser realizada con las manos.
- Incorporar una variable de agarre para determinar la manipulación manual de cargas.
- Requerir el mínimo equipamiento para el análisis (lápiz y papel)

4. Método EPR. La adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético. Esta carga estática o postural es uno de los factores a tener en cuenta en la evaluación de las condiciones de trabajo, y su reducción es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos. Para la evaluación del riesgo asociado a esta carga postural en un determinado puesto se han desarrollado diversos métodos, cada uno con un ámbito de aplicación y aporte de resultados diferente.

EPR no es en sí un método que permita conocer los factores de riesgo asociados a la carga postural, si no, más bien, una herramienta que permite realizar una primera y somera valoración de las posturas adoptadas por el trabajador a lo largo de la jornada. Si un estudio EPR proporciona un nivel de carga estática elevado el evaluador debería realizar un estudio más profundo del puesto mediante métodos de evaluación postural más específicos como RULA, OWAS o REBA. El método mide la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga. A partir del valor de la carga estática el método propone un Nivel de Actuación entre 1 y 5. EPR emplea el sistema de valoración de la carga estática del método LEST, desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence.

EPR no evalúa posturas concretas si no que realiza una valoración global de las diferentes posturas adoptadas y del tiempo que son mantenidas. El método considera que el trabajador puede adoptar 14 posibles posturas genéricas. El proceso de evaluación comienza observando al trabajador durante una hora de desempeño de su tarea, anotando las diferentes posturas que adopta y el tiempo que las mantiene. Si el ciclo de trabajo es muy corto y regular, puede medirse el tiempo que adopta cada postura durante un ciclo y calcular cuánto tiempo las adopta proporcionalmente en una hora. Por ejemplo, si en un ciclo de 5 minutos el operario mantiene la postura "De pie inclinado" durante 40 segundos, puede calcularse que en una hora de trabajo mantendrá dicha postura durante 8 minutos.

A partir de estos datos el método proporciona el valor de la Carga Postural. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 5, que indica que la carga estática resulta nociva para el trabajador y que, por tanto, es urgente la toma de medidas para mejorar el puesto de trabajo (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

5. Método LEST. El método LEST se desarrolló en 1978 por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T). Busca evaluar las condiciones de trabajo de la manera más objetiva y global posible, por medio de un diagnóstico final que indica si las situaciones consideradas en el puesto de trabajo son satisfactorias, molestas o nocivas. El método considera muchas variables que intervienen en el puesto de trabajo de manera general. No se profundiza en cada aspecto, sino que, en primera instancia, se valora si es necesario realizar un análisis más profundo con métodos específicos. El objetivo es evaluar todos los factores relativos a la actividad laboral que pueden tener repercusión en la salud física y emocional de los trabajadores. Antes de la aplicación del método, es imprescindible haber resuelto tópicos referentes a la Seguridad e Higiene en el Trabajo dado que no son previstos por el método (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

La información que debe recolectarse para aplicar el método tiene un doble carácter: objetivo y subjetivo. Por un lado se utilizan variables cuantitativas como la temperatura o el nivel sonoro y, por otra, es necesario considerar la opinión del empleado respecto a la tarea que ejecuta en el puesto para medir la carga mental o los aspectos psicosociales del mismo. Para que el método sea efectivo, se requiere la participación activa del personal (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

El método que se propone para la solución de este problema es el método de ergonomía de LEST evalúa no solamente la carga física, sino que involucra los factores de entorno físico, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo, es decir, los factores ambientales. El método LEST no es tan exhaustivo en lo que respecta a carga física, pero brinda un buen panorama general de cómo se encuentran los empleados dentro de la empresa., también abarca seguridad industrial, cursos como ingeniería de métodos dieron la idea para la solución.

## V. MARCO METODOLÓGICO

Algunos factores del método (ambiente físico, postura, carga física) pueden utilizarse para evaluar puestos con un nivel de cualificación elevado del sector industrial o servicios, mientras el área de trabajo y las condiciones ambientales se mantengan constantes.

Tabla 1 Dimensiones y variables consideradas en la implementación del método

ENTORNO FÍSICO	CARGA FÍSICA	CARGA MENTAL	ASPECTOS PSICOSOCIALES	TIEMPOS DE TRABAJO
Ambiente térmico	Carga estática	Apremio de tiempo	Iniciativa	Tiempo de trabajo
Ruido	Carga dinámica	Complejidad	Estatus social	
Iluminación		Atención	Comunicaciones	
Vibraciones		Minuciosidad	Relación con el mando	
			Identificación del producto	

(Universidad Politécnica de Valencia, 2010)

Se utilizará el método LEST el cual presenta una serie de pasos para seguir son:

- Se observarán al llevar a cabo el trabajo.
- Se tomará tiempo en el que se encuentra en cada una de las posturas.
- Se evaluará según criterios de evaluación del método de LEST.

Se utilizarán herramientas como cuestionarios para evaluar a los empleados., también utilizare lapiceros, computadora, teléfono celular, cronómetro, hojas, lápices.

Los ambientes a evaluar con el método Lest son:

### A. Entorno físico

#### 1. Ambiente térmico

- Velocidad del aire en el puesto de trabajo.
- Temperatura del aire seca y húmeda.

- Duración de exposición diaria a estas condiciones.
- Número de veces que el trabajador sufre cambios de temperatura durante la jornada.

## 2. Ruido

- El nivel de atención requerido por la tarea.
- El número de ruidos impulsivos a los que está sometido el trabajador.

## 3. Ambiente luminoso

- El nivel de iluminación en el puesto de trabajo.
- El nivel (medio) de iluminación general del taller.
- El nivel de contraste en el puesto de trabajo.
- El nivel de percepción requerido en la tarea.
- Si se trabaja con luz artificial.
- Si existen deslumbramientos.

## B. Carga física

### 1. Carga estática

- Las posturas más frecuentemente adoptadas por el trabajador así como su duración en minutos por hora de trabajo.

### 2. Carga dinámica

- El peso en kg. de la carga que provoca el esfuerzo.
- Si el esfuerzo realizado en el puesto de trabajo es continuo o breve pero repetido.
- Si el esfuerzo es continuo se indicará la duración total del esfuerzo en minutos por hora.
- Si los esfuerzos son breves pero repetidos, se indicará las veces por hora que se realiza el esfuerzo.
- Respecto al esfuerzo de aprovisionamiento, se indicará la distancia recorrida con el peso en metros, la frecuencia por hora del transporte y el peso transportador en kg.

## C. Carga mental

### 1. Presión de tiempos

- Si deben recuperarse los retrasos.
- Si en caso de accidente puede el trabajador parar la máquina o la cadena.

- Si el trabajador tiene la posibilidad de ausentarse momentáneamente de su puesto de trabajo fuera de las pausas previstas.
- Si tiene necesidad de hacerse reemplazar por otro trabajador.
- Las consecuencias de las ausencias del trabajador.

## 2. Atención

- El nivel de atención requerido por la tarea.
- El tiempo que debe mantenerse el nivel de atención referido.
- La importancia de los riesgos que puede acarrear la falta de atención.
- La frecuencia con que el trabajador sufre dichos riesgos.

## D. Aspectos psicosociales

### 1. Comunicación con los trabajadores

- Tiempo en alcanzar el ritmo de trabajo.
- El número de personas visibles por el trabajador en un radio de 6 metros.
- Si el trabajador puede ausentarse de su trabajo.
- Qué estipula el reglamento sobre el derecho a hablar.
- La posibilidad técnica de hablar en el puesto.
- La necesidad de hablar en el puesto.
- Si existe expresión obrera organizada.

### 2. Relación con el mando

- La frecuencia de las consignas recibidas del mando en la jornada.
- La amplitud de encuadramiento en primera línea.
- La intensidad del control jerárquico.

- La dependencia de puestos de categoría superior no jerárquica.

### 3. Status social

- La duración del aprendizaje del trabajador para el puesto.
- La formación general del trabajador requerida.

### 4. Identificación del producto

- Situación del trabajador en el proceso.
- Transformación que efectúa el trabajador a la materia prima o en el almacenaje.

## E. Tiempos de trabajo

### 1. Cantidad y organización del tiempo de trabajo

- Tiempo en alcanzar el ritmo de trabajo.
- Duración semanal en horas del tiempo de trabajo.
- Tipo de horario del trabajador.
- Norma respecto a horas extraordinarias.
- Si son tolerados los retrasos horarios.
- Si el trabajador puede fijar las pausas.
- Si puede fijar el final de su jornada.
- Los tiempos de descanso.

## F. Descripción de Los puestos de trabajo

Embudo: Es la personas que debe de colocar el saco en la boca del embudo para que este se llene con los 50kg., además se le debe de colocar la mano para que le sirva de guía cuando el saco baja por que este tiene a voltearse si no se le coloca la mano. Este puesto dura 5 segundos.

Ilustración 1 Posición para colocar saco

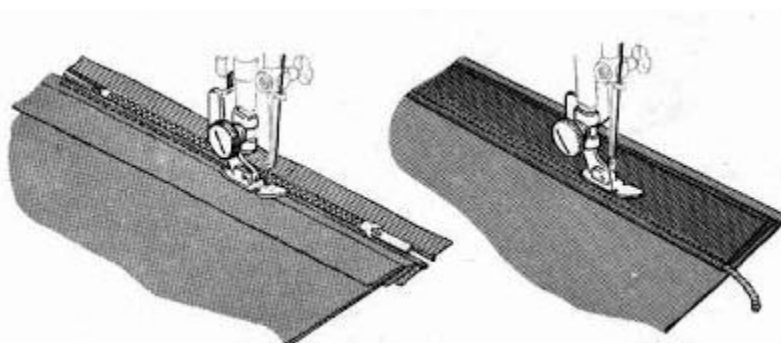


Ilustración 2 Se coloca en el embudo



Cosedor: este puesto de trabajo consiste en coser el saco, las medidas que hay que tomar en cuenta son: tener buna técnica el coser ya que de no ser así se puede cortar o insertar la aguja en el dedo este puesto dura 6 segundos.

Ilustración 3, Cosiendo



Tronquero: Es la persona que termina con el proceso y se encarga de cortar lo que queda de la costura y acostar el saco de 50kg.

Ilustración 4, Forma de acostar el saco



Limpieza: Esta persona es la encargada de realizar la limpieza en un hora de toda el área esto conlleva posiciones como inclinación, fuerza en los brazos ya que hay que quitar el azúcar que hay en el piso.

El calor que puede observarse en este lugar es debido a lo caliente que viene el azúcar además otro de los problemas es el polvillo de la misma esto afecta más estando en el puesto de embudo y cosedor puesto que el polvillo puede entrar a los ojos. El ruido que realiza el embudo y la maquina es bastante fuerte.

## VI. RESULTADOS

### A. Recolección de datos

El método LEST fue aplicado a una muestra de 36 trabajadores hombres, (entre 21 y 55 años, con media de 34). Los 36 trabajadores entrevistados se desenvuelven en puestos en los siguientes puestos de manera rotativa: embudo, cocedor, tronquero, limpieza.

Durante las visitas de trabajo, cada empleado fue observado y filmado desempeñando sus actividades. Se determinó cuál era el tiempo que tardaban en realizar un ciclo y se registraron los tiempos en que permanecían en cada postura conforme a las indicaciones del método, para poder evaluar la carga física. De acuerdo a las características de la actividad de trabajo se fueron contestando las preguntas que se le hicieron al entrevistarlos. Para medir las condiciones ambientales se utilizaron instrumentos de medición específicos para cada área. El tiempo que se mantenía en observación cada trabajador oscilaba entre los 10 y 25 min.

Como el periodo de evaluación fue de alrededor de tres meses, algunas personas renunciaron y otras nuevas entraron. Se consideró una cantidad representativa de empleados para hacer el estudio.

Adicionalmente, los valores que se utilizaron para calificar a los operadores oscila entre uno y diez, La Fig. 1 muestra los rangos en los que se encuentran las calificaciones. En los próximos puntos se muestran los resultados obtenidos en cada dimensión.

Tabla 2 Criterios de evaluación del método LEST.

SITUACIÓN SATISFACTORIA (0,1,2)
DÉBILES MOLESTIAS: ALGUNAS MEJORAS PODRÁN APORTAR MÁS COMODIDAD AL TRABAJADOR (3,4,5)
MOLESTIAS MEDIAS: EXISTE RIESGO DE FATIGA (6,7)
MOLESTIAS FUERTES. FATIGA (8,9)
NOCIVIDAD (10)

(Elaboración Propia)

### B. Carga física

El análisis de la carga de trabajo contempla, como se mencionó anteriormente, la carga estática y la carga dinámica. La primera se evaluó en función de las posiciones que se mantienen más comúnmente y la segunda tiene que ver con los esfuerzos que resultan de las labores. El resultado final de la Carga Física es la suma de las dos anteriores. Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos. Se identificó qué porcentaje de personas estaban en qué condición de puesto de trabajo, esto da una idea de lo que está sucediendo en la empresa.

Tabla 3 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en carga estática.

Puesto	Situación satisfactoria	Débiles molestias	Molestias medias	Molestias fuertes	Nocividad
Embudo	10.47%	24.67%	34.86%	30.00%	0.00%
Cocedor	18.56%	26.13%	29.67%	25.64%	0.00%
Tronquero	27.72%	19.15%	25.08%	28.00%	0.00%
Limpieza	40.57%	30.05%	19.32%	10.00%	0.0

(Elaboración Propia)

Las posturas que más frecuentemente se mantienen durante las actividades, son: de pie normal, supinación, con los brazo en extensión formal, inclinación. Entre éstas, las que tienen mayor duración son las de pie normal e inclinado que, aunque, no son posturas con alta carga física, si producen cansancio debido al largo tiempo que son mantenidas.

Tabla 4 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en el aspecto de carga dinámica

Puesto	Situación satisfactoria	Débiles molestias	Molestias medias	Molestias fuertes	Nocividad
<b>Embudo</b>	22.67%	24.67%	34.86%	30.00%	0.00%
<b>Cocedor</b>	13.44%	26.13%	24.67%	25.00%	0.00%
<b>Tronquero</b>	18.68%	14.15%	20.05%	28.00%	0.00%
<b>Limpieza</b>	45.21%	35.05%	20.42%	17.00%	0.00%

(Elaboración Propia)

Todos los puestos de trabajo mantienen un esfuerzo realizado breve, pero repetido. Del total, en una hora 4 personas lo hacen 6 veces. Respecto a los kilogramos las 36 personas manipulan sacos de 50 kg en la línea de refinería ya que debe de realizar el movimiento supinación al momento de encontrarse en el puesto de tronquero.

### C. Entorno físico

El análisis de entorno físico contempla los aspectos de ambiente térmico, ambiente sonoro, ambiente luminoso. Éstas se promedian para obtener el valor total de la dimensión. Se registran los resultados globales y por área de trabajo, como se muestra a continuación:

Tabla 5 Porcentaje de operadores que existen dentro de cada condición de trabajo, en la dimensión de entorno físico.

PORCENTAJE DE EMPLEADOS			
CONDICIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	Ambiente térmico	Ambiente sonoro	Ambiente luminoso
Situación satisfactoria	1.00%	1.05.00%	3.95%
Débiles molestias	24.19%	25.61%	5.20%
Molestias medias	15.57%	23.43%	0.00%

(Elaboración Propia)

Las temperaturas a las que están sometidos los trabajadores son entre 19 y 23 °C para los 3 turnos. Respecto a los niveles de ruido, 36 trabajadores están expuestos a un nivel constante. Esto se distingue principalmente los puestos de embudo y cocedor, manteniéndose a un nivel de ruido contante en la línea. La iluminación en el cuarto donde se encuentra la línea es, en su mayoría, óptima. De acuerdo al espacio de trabajo de 1500 luxes esto por las paredes totalmente blancas y para que se observe el trabajo que se desempeña ya que es de extrema inocuidad que es lo que garantiza la empresa.

Tabla 6 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en el aspecto de ambiente térmico.

Puesto	Situación satisfactoria	Débiles molestias	Molestias medias	Molestias fuertes	Nocividad
<b>Embudo</b>	19.44%	24.67%	29.76%	25.46%	0.00%
<b>Cocedor</b>	23.67%	26.13%	23.18%	23.67%	0.00%
<b>Tronquero</b>	35.66%	14.15%	23.00%	23.45%	0.00%

(Elaboración Propia)

Tabla 7 Porcentaje de operadores que existen dentro de cada condición de trabajo, en la dimensión de carga mental.

<b>PORCENTAJE DE EMPLEADOS</b>			
<b>CONDICIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO</b>	Presión de tiempos	Atención	CARGA MENTAL
<b>Situación satisfactoria</b>	0.00%	27.14	0.00%
<b>Débiles molestias</b>	100.00	72.86	100.00
<b>Molestias medias</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Molestias fuertes</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Nocividad</b>	0.00%	0.00%	0.00%

(Elaboración Propia)

A su vez, todos los operadores pueden parar la máquina en caso de incidente, tienen la posibilidad de ausentarse momentáneamente de su puesto de trabajo fuera de las pausas previstas, al ausentarse pero si necesitan reemplazarse ya que su ausencia puede provocar retrasos.

Los 36 obreros reciben salario fijo, estos se encuentran divididos de la siguiente forma: 4 personas por línea las cuales son 3 líneas y 3 turnos rotativos las línea se les llama así dependiendo del tipo de azúcar que caiga ya que en la empresa donde se realiza el estudio hay: una línea No.2: de azúcar moreno, línea No. 3: Jumbos de blanco local, línea No. 1: es la de refinería la cual nos sirve por al estudio, los trabajadores de esta línea están en contacto directo con el encargado y se le llama la atención si no realizan bien la tarea o si se pierde el tiempo ya que esta línea funciona a razón de 16 sacos por minuto siendo el estimado mínimo de 800 sacos por hora.. La frecuencia con que pueden sufrir accidentes de su tipo es intermitente para 20 empleados y rara para 15.

La posibilidad técnica de hablar en el puesto tiene amplias posibilidades para 36 trabajadores es limitado se debe de estar muy atento al trabajo realizado al igual que el apartar la vista del trabajo es menor de 2 minutos para los empleados.

El número de máquinas a las que debe atender cada trabajador es de 1, 2 para los 36 trabajadores.

Tabla 8 Porcentajes de operadores que están dentro de cada condición de trabajo, en Presión de Tiempos.

<b>CONDICIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO</b>					
<b>DEPARTAMENTO</b>	Situación satisfactoria	Débiles molestias	Molestias medias	Molestias fuertes	Nocividad
<b>Embudo</b>	0.00%	37.14%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Cocedor</b>	0.00%	24.29%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Tronquero</b>	0.00%	18.57%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Limpieza</b>	0.00%	1.43%	0.00%	0.00%	0.00%

(Elaboración Propia)

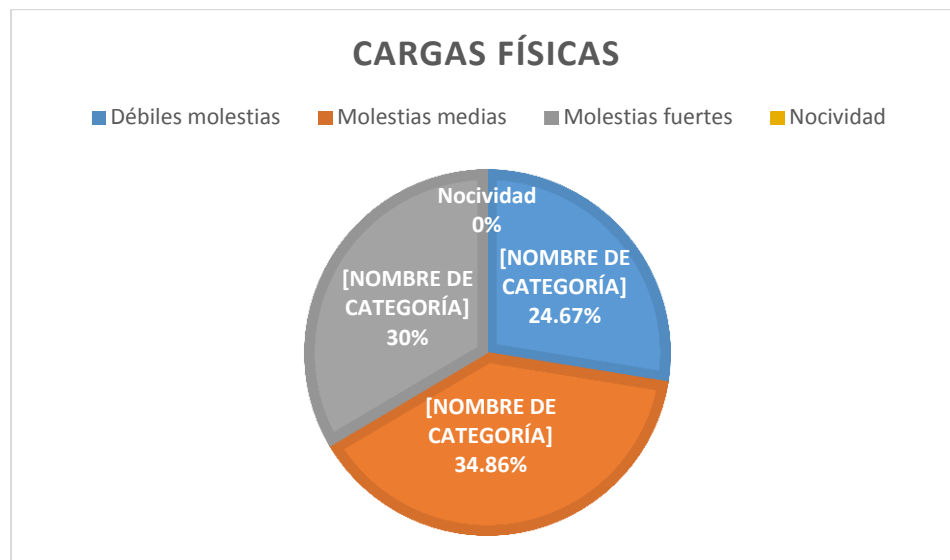
## VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Carga física

En primera instancia, podemos observar que del total de la muestra, más del 30% se encuentra en una situación como molestias fuertes para su salud (Gráfica 1). En conjunto, carga estática y dinámica, crean las condiciones para poner en riesgo la salud del trabajador. En general, los puestos son de 8 hora cada turno cuenta con media hora de refacción. Todos pueden hacer cortes para tomar agua o ir al baño, pero sólo en esos casos está permitido abandonar sus puestos de trabajo.

La mayoría de las labores se hacen de pie, por lo que esto genera una mayor carga estática. El puesto de tolvero mantiene muchas posturas con los brazos estirados y ligeramente encorvados, además de tener que parar el saco de 50 kg es ahí donde radican sus problemas. El puesto de cocedor se mantiene con los brazos estirados y debe estar al pendiente de no realizare ningún corte con la máquina de coser. En el banco se realiza el movimiento de supinación con la mano y el codo siendo aquí donde recae el peso del saco de 50kg, En el puesto de limpieza se debe de realizar con inclinación ya que por la inocuidad del producto esta área debe de estar en perfecto estado.

Gráfica 1 Cargas físicas



Para estos problemas muchas veces no es posible cambiar las condiciones para que los empleados mantengan posturas más cómodas, ni evitar que se muevan. Lo más viable es proporcionar tiempos de descanso para que el cuerpo se recupere. También es necesario diseñar prendas para que con su uso se

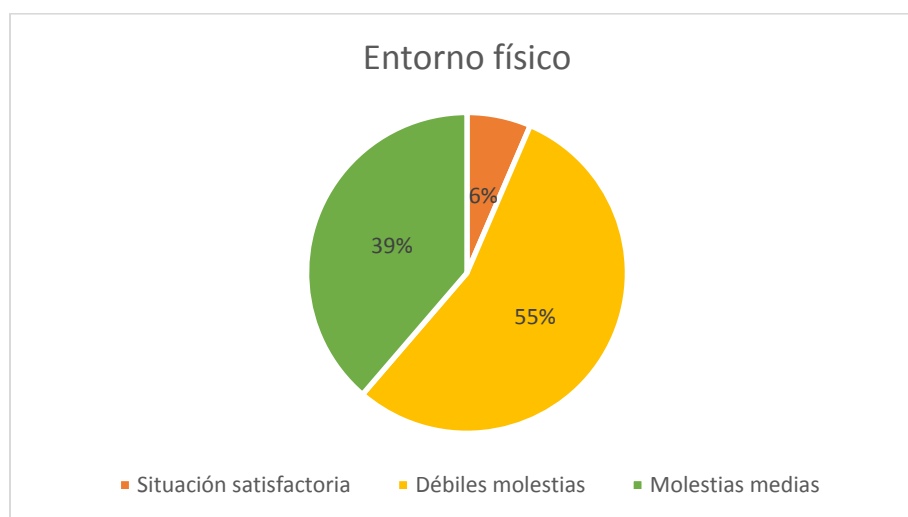
disminuya las molestias y sean específicas para cada trabajador. Junto con esto, es recomendable instruir a los operadores en cómo deben cargar y agacharse y así disminuir el riesgo de lesiones o enfermedades de trabajo a largo plazo.

La carga dinámica requiere el consumo de energía. El cansancio aparece más rápidamente bajo estas condiciones y el rendimiento de las personas disminuye. Es necesario brindar algún descanso a estas personas. Podemos decir que las principales mejoras en esta área se darán con cambios en las costumbres.

## B. Entorno físico

Respecto al Entorno Físico, los resultados muestran que la mayoría de los empleados están en una situación con molestias débiles y con débiles medias (Gráfica 2), esto se debe al ruido. Aunque si observamos a detalle, vemos que existen algunos rubros con problemas en algunas áreas, pero que están bien en otras. Esto hace que la situación se equilibre.

Gráfica 2 Entorno físico



El ambiente luminoso muestra una situación muy favorable para todos los empleados, siempre y cuando las mediciones se hagan cuando hay luz natural. Existen ventanas por encima y alrededor de las plantas para permitir el paso de luz. En el día existe una media superior a los 500 luxes, la cual es más que suficiente para todas las labores. Casi todas las entrevistas se efectuaron mientras había suficiente luz natural. Las mediciones que se hicieron en las noches mostraron que la luz promedio es inferior a los 100 luxes. A menos que estés situado exactamente debajo de una lámpara, el valor puede llegar a los 180 luxes. Estos valores no son suficientes para trabajar adecuadamente por la noche. Es necesario agregar lámparas y configurarlas adecuadamente para que haya una correcta iluminación en todos los puntos donde se trabaja.

Respecto a las vibraciones no se encuentran grandes inconvenientes. La única área que tiene vibraciones es la de tornos y no son molestas. Aunque por el tiempo que se está ahí (todo el turno de trabajo), sí puntúan dentro del método.

Otro aspecto que no viene considerado por este método, pero es importante considerar, es la aspiración de sustancias contaminantes.

### C. Carga mental

La Carga Mental se basa en la Presión de Tiempos y en la Atención requerida. En este caso resultó que todos los trabajadores tienen débiles molestias. Los operadores tienen que cubrir cierta cantidad de sacos, así que si se distraen buscan trabajar más rápido. Los supervisores empujan a que cumplan su meta. Su trabajo es en cadena, así que ellos van marcando su ritmo.

En la cuestión de luces se encuentra muy bien la planta ya que se diseñó enfocado a esto.

El método LEST ha servido de base para hacer diversos estudios ergonómicos, por lo que ha sufrido modificaciones, dependiendo de dónde ha sido aplicado. Las posibles respuestas que brinda este análisis simplifican mucho el análisis de resultados, en comparación con el método original, ya que algunos rangos son más amplios. Esto hace que el análisis no sea tan exhaustivo y, a su vez, que los resultados vayan perdiendo exactitud.

Respecto a los niveles de ruido, encontramos que la NOM-011-STPS-2001 marca que el tiempo máximo para una intensidad de 90 dB es de 8 horas. El método LEST señala que las molestias empiezan a niveles sonoros constantes mayores de 85 dB, por lo que es menos tolerante respecto a la normal. Pero en determinadas horas en el turno vespertino y nocturno es cuando se incrementa más el ruido.

Las máquinas de trabajo son muy grandes y no existe manera de recubrirlas para disminuir los niveles de ruido, ya que el impacto que se produce en ellas es el generado por la materia prima al ser cocida. Esto significa que no es viable hacer una modificación ergonómica. Los empleados ya cuentan con tapones para realizar sus actividades, así que éstas deben ser las medidas de prevención que deben continuar.

Al referirnos a las temperaturas permisibles, se observa que el puesto de embudo y cocedor es la que tiene mayores problemas. La NOM-015-STPS-1993 establece que, por ejemplo, para un trabajo ligero a 32.2°C es necesario descansar el 75% y trabajar el 25% del tiempo por hora. En esos dos puestos, principalmente, las temperaturas eran similares a este ejemplo pero a condiciones moderadas de trabajo, resultando en condiciones aún más perjudiciales para la salud. Además, el método LEST arrojó resultados esperados de nocividad, ya que la temperatura de máquinas que se sentía incómoda, coincidió con lo que reportó el método como nocivo. Además de la temperatura lo que más molesta es el polvillo del azúcar que puede llegar a producir obstrucción en la vista.

La carga física tiene puntuaciones altas respecto a la nocividad. De acuerdo a lo observado, la OMS hace algunas recomendaciones, como dar pausas a los operadores, ya que la mayoría está todo su turno de pie. Se necesita una mejor distribución de las actividades para que estén menos tiempo en la misma posición. Además, se debe capacitar a los empleados para que manipulen las cargas adecuadamente y no vayan a lesionarse y ubicar los materiales siempre cerca de la máquina en la que se trabaja.

Los aspectos de Carga Mental y Aspectos Psicosociales reflejan molestias medias ya que en ellos recae el peso de sacar bien su turno los números que le tienen que presentar al encargado. Existe apoyo por parte de los compañeros y las labores no generan gran carga mental.

Existe una alta rotación de operarios en la empresa, así que es difícil rastrearlos. En el periodo que hice la evaluación, varias personas entraron y otras salieron. Esto puede ser un motivo para que la empresa no haga tanto caso a las medidas preventivas y de salud, ya que, como la gente renuncia en poco tiempo, no se presenta la situación en que un operador requiera de servicios médicos debidos a la actividad laboral. Aunque se pudiera dar el caso de que alguien se enfermara después de dejar la planta (por causa de las actividades en la planta), sería difícil que lo relacionaran con su verdadera causa.

El método LEST, como otros métodos de este tipo, tiene la desventaja de que algunas variables a evaluar sólo se pueden medir cualitativamente, así que dependerá de quién aplique el cuestionario y en qué humor esté para obtener determinado resultado. Además, las condiciones ambientales que existan en el momento específico en que se hace la entrevista, pueden variar considerablemente en comparación a un mismo puesto de trabajo, por ejemplo: realizar la medición en el día o la noche, en un día nublado o soleado, en primavera o invierno, etc.

La norma establece qué se requieren guantes de seguridad, anteojos y respirador para vapores. La empresa sólo utiliza respirador para polvos, así que es primordial adquiriera el equipo adecuado. Adicionalmente, se recomienda que se instale un sistema de extracción adecuado para en la parte de extracción de polvillo para que no llegue hacia los trabajadores de la línea.

Se agregó una pregunta al método original para que los operadores explicaran qué cambiarían de su entorno laboral para estar mejor. En general, las respuestas variaban. Había personas que no cambiaban nada y otros que sí lo harían. Las respuestas fueron:

- Todo está bien 20.00%
- Mayor mantenimiento a las máquinas 31.42%
- Mejor salario:27.14%
- Otros 24.30%

En función de los resultados, se le debe prestar atención a cómo funciona la maquinaria y si existe material suficiente para que los operadores puedan trabajar mejor.

El método LEST es una buena herramienta para hacer un análisis ergonómico completo. Es recomendable que lo haga una sola persona para que los criterios no cambien. Además, debe llevarse a cabo en un corto periodo de tiempo y dentro de los mismos horarios para que se mantengan más o menos las mismas condiciones del entorno.

#### D. Proceso de capacitación y análisis de resistencia al cambio

Se realizó una charla al mes con los tres turnos rotativos durante 4 meses en donde se trataron temas como la seguridad industrial que fue la charla sobre “El levantamiento adecuado de cargas” y una charla motivadora sobre “Que tan importante soy para la empresa.

Gracias a las cuales se tuvieron buenos resultados puesto que el trabajador se puede dar cuenta que tan importante es él para la organización y como su trabajo, actitud aportan al momento de hacer crecer la empresa.

Con lo que dio un poco de problema fue con las personas mayores al momento de resistencia al cambio ya que ellas se negaba a colocarse los lentes o los taponos auditivos, por lo que cada encargado de envasado tomaron medidas correctivas a fin que todo el personal utilizara el equipo.

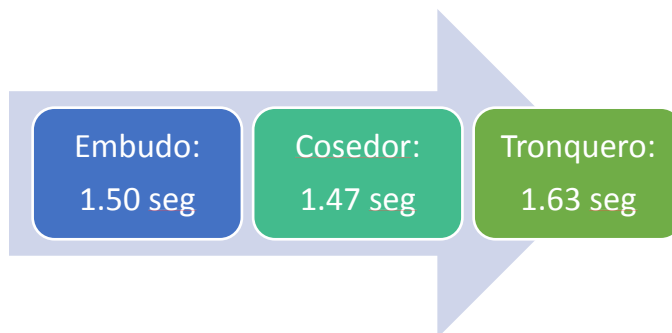
Y al finalizar se pudo notar como lo muestran los resultados que el personal acato las medidas preventivas para su propia salud.

#### E. Comparaciones

Antes:

La línea de refino cuenta con un tiempo de operación de 3.60 segundos y con este tiempo de operación se llega a realizar 800 sacos por hora.

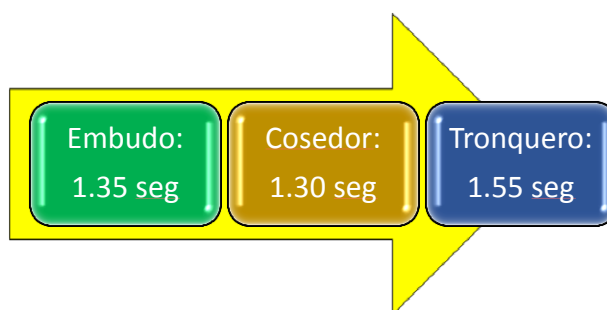
Ilustración 5, Comportamiento de la línea antes.



Después:

Con las modificaciones que se llevaron a cabo la línea de refino tiene un tiempo de 3.20 segundos lo cual llevo a la línea a producir 857 sacos por hora, haciendo que la línea sea un 7% más eficiente.

Ilustración 6, Comportamiento de la línea de trabajo después



#### F. Costo beneficio

La libra de azúcar refino se vende Q2.08<sup>1</sup> y como el saco pesa 50Kg

Conversión

$$50 \text{ kg} = \frac{2.20 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 110 \text{ lb}$$

Luego las 110 lb \* 2.08= 228.80

Entonces el costo de cada saco de azúcar es de Q228.80 y como la empresa produce 800 sacos por hora por lo que representa para la empresa una ganancia por hora de:

Q228.80 \* 800 por hora = Q183, 040.00 por hora

Con la implementación de las recomendaciones se aumenta la producción de sacos a 857\* hora por lo tanto el ingreso aumenta a:

Q228.80 \* 857 por hora = Q196, 081.60 por hora

<sup>1</sup> Dato proporcionado por Ingeniero de la empresa.

Dádonos como resultado una ganancia siguiente:

$$Q196,081.60 - Q183,040.00 = Q13,041.60.$$

Y esto es gracias a que se realizaron las recomendaciones ergonomías para los trabajadores además de las capacitaciones respectivas, por lo que con una eficiencia de un 7% se consigue una ganancia superior.

## VIII. CONCLUSIONES

Existen diversos métodos para realizar evaluaciones ergonómicas y se estableció que el método LEST era el más adecuado para el trabajo, en función de los parámetros que contempla. Se basa en otros modelos, como el método OWAS, que se encarga de evaluar los riesgos de la carga postural considerando la frecuencia y la gravedad. Identifica las posturas que pueden ser nocivas para la salud y se toman medidas para corregirlas.

Además, existe el método RULA, el cual efectúa una evaluación rápida de los miembros superiores. Se enfoca en brazos, antebrazos y muñeca por una parte y cuello y tronco por la otra. Existe otro método muy similar al anterior, que es el método REBA y difiere en que es más general. Se diferencia en que agrega un concepto de “gravedad asistida”, el cual afirma que un movimiento implica mayor esfuerzo si va en contra de la fuerza de gravedad.

Por otra parte, tenemos el método EPR, que es más una herramienta que un método. Sirve para ejecutar una rápida valoración de la postura, pero después se recomienda utilizar un método más completo, como los referidos previamente.

Los métodos expuestos son los que más se mencionan en la literatura. El análisis que se efectúa con ellos involucra básicamente esfuerzos estáticos y dinámicos. El método LEST, además, contempla el entorno físico, la carga mental, los aspectos psicosociales y los tiempos de trabajo. Esta metodología muestra una visión más amplia de la situación en la que se encuentra cada empleado, que si se utilizara un método que sólo contempla el esfuerzo por cargas.

Como se observa en los resultados, la empresa tiene mayores deficiencias ergonómicas en la carga física y entorno físico en los ambiente sonoro y uno que no se evaluó que fue el de la inclusión de polvillo en la línea de trabajo. Estas áreas son las que están más visiblemente ligadas a la actividad productiva.

Una de los avances más importantes que se consiguieron con el estudio y el análisis ergonómico fue el 7% de eficiencia que se mejoró en la línea de refino.

## IX. RECOMENDACIONES

### A. Para las cargas físicas se recomienda

Capacitaciones para los empleados sobre la manera de correcta de cargar objetos pesados, para que esto de a los trabajadores conciencia y evitando con esto tener trabajadores.

Dar a los trabajadores 7 minutos de descanso antes de pasar al siguiente puesto de trabajo, puesto que se realizaron pruebas en 5 minutos y no se dio el rendimiento esperado.

### B. Para entorno físico

Como se muestra en la Gráfica 2 entorno físico, en la cual nos lanza un resultado de molestias medias en el ambiente sonoro por lo que se recomienda proporcionarles a los trabajadores taponos personalizados como por ejemplo:

Ilustración 7, Taponos personalizados



Un entorno físico que también afecta al trabajador y se observó al momento de evaluar fue el polvillo de la azúcar sobre todo los puestos como: Embudo y cocedor por lo que se recomendó que se proporcionara los trabajadores lentes especiales y mascarilla con respirador.

Ilustración 8, Mascarillas con respirador



*Ilustración 9, Lentes protectores*



### C. Para la carga mental

La recomendación es dar una charla motivadora, para que el trabajador sienta que tan importante es su trabajo para el buen desempeño de su grupo de trabajo, y también para llegar a las metas propuestas como empresa.

*Ilustración 10, Capacitación*



## X. BIBLIOGRAFÍA

*Asociación Internacional de Ergonomía.* (s. f.). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.iea.cc/02\\_about/About%20IEA.html](http://www.iea.cc/02_about/About%20IEA.html)

*Asociación Internacional de Ergonomía.* (s. f.). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.iea.cc/04\\_project/Strategic%20Plan%20Goals%20and%20Objectives.html](http://www.iea.cc/04_project/Strategic%20Plan%20Goals%20and%20Objectives.html)

*Asociación Internacional de Ergonomía.* (s. f.). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.iea.cc/03\\_member/Federated%20Societies.html](http://www.iea.cc/03_member/Federated%20Societies.html)

*Bao, S., Howard, N., Spielholz, P. y Silverstein, B. (2007). Two posture analysis approaches and their application in a modified Rapid Upper Limb Assessment evaluation. Ergonomics. 50 (12), 2118-2136.*

Cruz, J. A. y Garnica, G.A. (2001). Principios de ergonomía. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

*El Ergonomista.* (2004). Disponible el 1 de noviembre de 2010 en <http://www.elergonomista.com/mex.htm>

*Organización Internacional del Trabajo.* (2010). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.ilo.org/global/What\\_we\\_do/InternationalLabourStandards/Subjects/Occupationalsafetyandhealth/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/What_we_do/InternationalLabourStandards/Subjects/Occupationalsafetyandhealth/lang--es/index.htm)

*OSHAS 18000 and 18001 Occupational Health and Safety.* (s.f.). Disponible 1 de noviembre de 2010 en <http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/>

*Organización Internacional del Trabajo.* (2010). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.ilo.org/global/What\\_we\\_do/InternationalLabourStandards/Subjects/Occupationalsafetyandhealth/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/What_we_do/InternationalLabourStandards/Subjects/Occupationalsafetyandhealth/lang--es/index.htm)

*Organización Panamericana de la Salud.* (2008). Disponible 1 de noviembre de 2010 de [http://www.paho.org/Spanish/DPI/Numero10\\_articulo1.htm](http://www.paho.org/Spanish/DPI/Numero10_articulo1.htm).

*Organización Panamericana de la Salud.* (2008). Disponible 1 de noviembre de 2010 en <http://www.paho.org/Spanish/DD/PIN/ps080501a.htm>

*Unión Latinoamericana de Ergonomía.* (s. f.). Disponible 1 de noviembre de 2010 en [http://www.ulaergo.net/quienes\\_somos.php](http://www.ulaergo.net/quienes_somos.php)

*Unión Latinoamericana de Ergonomía.* (s. f.). Disponible el 1 de noviembre de 2010 en <http://www.ulaergo.net/integrantes.php>